R 1956

TOME XXXVII (1972), FASC. 1-2 31 MAI 1973

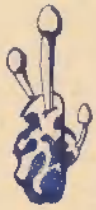
REVUE DE MYCOLOGIE

Paraissant 5 fois par an

publiée et dirigée par

ROGER HEIM

Membre de l'Institut (Académie des Sciences)



Les Mycologues
et la Protection de l'Environnement

LABORATOIRE
DE CRYPTOGAMIE
DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
12, RUE DE BUFFON, PARIS (Ve)

BIBL. DU MUSÉUM PARIS

Source : MNHN, Paris

Tome XXXVII (1972), Fasc. 1-2 31 Mai 1973

Directeur : Roger HEIM

Comité de Rédaction : R. HEIM, Jacqueline NICOT,
Jacqueline PERREAU, Patrick JOLY.

Secrétaire de la Rédaction : Jeanne PELLIER.

Secrétaire administrative : Colette WITKIEWICZ.

SOMMAIRE

TRAVAUX ORIGINAUX

Roman PACHLEWSKI. — Quelques remarques concernant les recherches sur les mycorrhizes ectotrophes du Pin sylvestre (*Pinus silvestris* L.) et sur les champignons de celles-ci (avec Pl. h.-t. I à III) 3

André MARCHAND. — *Amanita verna* (Bull. ex Fr.) Roques 9

R. CAILLEUX. — Mycoflore du compost destiné à la culture du champignon de couche (avec 1 tabl.) 14

Y. RENARD et R. CAILLEUX. — Contribution à l'étude des microorganismes du compost destiné à la culture du champignon de couche (avec 2 tabl.) 36

J.-L. FIASSON, M. TROUILLOUD et A. GRANGE. — Variation du contenu pigmentaire de *Sporidiobolus johnsonii* (Sporobolomycétacées) sous l'influence de divers facteurs de milieu (avec 3 tabl.) 48

Agnès PARGUEY-LEDUC. — Recherches préliminaires sur l'ontogénie et l'anatomie comparée des ascocarpes des Pyrénomycètes ascohyméniaux. VI. Conclusions générales (avec 6 fig.) 60

C. V. SUBRAMANIAN and K. R. CHANDRA-REDDY. — On the genus *Viennotiella* (avec 2 fig.) 83

***

Analyses bibliographiques 90

***

SUPPLÉMENT

LES CHAMPIGNONS DANS LA DESTRUCTION DE LA NATURE

— Les Mycologues et la Protection de l'Environnement, par Jacqueline NICOT 96

— Nature, Culture et Loisirs, par Hubert ANTOINE 100

Chronique de l'amateur : Cicéron a-t-il été intoxiqué par des Champignons?, par Georges BECKER 107

† Pierre MONTARNAL (1897-1971), par Roger HEIM (avec portrait, Pl. IV) 111

Information 116

Source : MNHN, Paris

P. 1956

REVUE
DE
MYCOLOGIE

publiée et
dirigée par

ROGER HEIM
Membre de l'Institut (Académie des Sciences)

TOME TRENTE-SEPTIÈME
1972

BIBL. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

Quelques remarques concernant les recherches sur les mycorrhizes ectotrophes du Pin sylvestre (Pinus silvestris L.) et sur les champignons de celles-ci

Par Roman PACHLEWSKI (Pologne).

■

Les arbres de la famille des Pinaceae Lindl., et en particulier des genres *Pinus*, *Picea*, *Larix* et *Abies*, ont fait l'objet de nombreuses recherches relatives aux mycorrhizes quant aux divers aspects de ce problème. Pour le seul genre *Pinus*, les travaux les plus étendus ont porté sur environ 37 espèces et leurs variétés, et c'est l'espèce *Pinus silvestris* qui a donné lieu aux études les plus poussées, ceci en raison de différentes conditions bioécologiques.

Ainsi qu'il en est pour les arbres forestiers en général, la formation de mycorrhizes ne constitue pas pour le Pin sylvestre, du point de vue physiologique, un état obligatoire *sensu stricto*, étant donné que, en culture artificielle, les jeunes plantules du *Pinus silvestris* peuvent se développer sans mycorrhizes. Les nombreuses recherches sur le mycotrophisme du Pin sylvestre dans les conditions naturelles de la forêt et dans divers complexes bioécologiques ont cependant démontré que, dans de telles situations, le *Pinus silvestris* prouve régulièrement que la vie commune mycorrhizienne, sous la forme de mycorrhizes ectotrophes, influence fortement son développement normal. L'analyse des racines du Pin, qui croît dans différentes conditions écologiques, est la preuve évidente de leur forte tendance à rechercher le contact avec les champignons symbiotiques de la rhizosphère (MELIN 1923, BJORKMAN 1942, 1949, DOMINIK et PACHLEWSKI 1955, PACHLEWSKI 1958, PACHLEWSKI et PACHLEW-

Source : MNHN, Paris

SKA 1960, et d'autres). Dans les circonstances naturelles de la vie forestière, les associations mycorrhiziennes de *Pinus silvestris* possèdent un caractère exactement spécialisé qui lui est profitable, ceci avec une participation minime d'associations mycorrhiziennes de caractère accidentel. Les mycorrhizes défavorables (pseudomycorrhizes) ne se présentent que très rarement, chez *Pinus silvestris*, dans les biocénoses forestières. Cet événement plutôt exceptionnel n'apparaît guère que dans les sols où les processus microbiologiques ont subi une modification qui, d'ordinaire, est le résultat d'un régime qui ne leur convient pas.

L'infection mycorrhizienne des racines du Pin et les caractères qui en résultent dépendent de plusieurs facteurs qui font partie de la sphère physio-écologique commune aux deux composants de la vie mycorrhizienne. C'est seulement les résultats que nous avons obtenus à la suite de nos recherches sur les caractères mycorrhiziques de quelques champignons symbiotiques des jeunes plantules du Pin sylvestre, ainsi que la méthode que nous avons employée, que je voudrais présenter dans cet article.

Il découle des études précédentes que, parmi les champignons des mycorrhizes du Pin sylvestre, se trouve une grande quantité d'espèces aux différentes aptitudes symbiotiques. On a constaté, à la suite d'expériences de synthèse mycorrhizienne en culture pure, l'aptitude à la formation de mycorrhizes ectotrophes chez le *Pinus silvestris* d'une trentaine d'espèces de champignons, Hyménomycètes et Gastéromycètes, avec une faible participation des champignons de la classe *Fungi imperfecti*. Il ressort des observations mycologiques, effectuées sur les associations forestières du Pin sylvestre, que la liste des champignons des mycorrhizes du *Pinus silvestris* contiendrait environ 110 espèces (TRAPPE 1962). Il ne faut pas perdre de vue que, si les résultats de synthèse en cultures pures, en tant que test mycorrhizique du champignon, sont valables quand ils sont positifs, la non existence de la vie commune mycorrhizique entre les deux partenaires dans les conditions naturelles n'est pas démontrée si ces mêmes résultats sont négatifs, car cela peut résulter de la différence du milieu ainsi que de l'âge de l'arbre. Pour cette raison, nos examens de laboratoire ont été précédés par des observations mycologiques concernant les associations forestières, le caractère de la croissance et le degré de sociabilité des champignons supérieurs en liaison avec *Pinus silvestris*.

Source : MNHN, Paris

Nous avons employé la méthode de la synthèse mycorrhizienne *in vitro* sur agar-agar, en utilisant le milieu dit « de la faim », c'est-à-dire agar-thiamine, dont la composition est la suivante : agar 15 g, thiamine 100 µg, H_2O distillée 1 000 ml. Pour effectuer ces essais, nous avons utilisé des tubes de 25 × 250 mm bouchés avec du coton; nous les avons placés, à la température de la chambre, dans la lumière du jour, en faisant l'ombre sur les racines (PACHLEWSKA 1968).

Nos expériences de synthèse en cultures pures ont démontré la formation, chez les jeunes plantules de *Pinus silvestris*, de mycorrhizes ectotrophes avec ces divers champignons : *Amanita muscaria, Boletus edulis, Cenococcum graniforme, Lactarius deliciosus, Lactarius rufus, Rhizopogon luteolus, Suillus (Boletus) luteus, Suillus (Boletus) variegatus* (PACHLEWSKA 1968, PACHLEWSKI 1968). Les caractères de la synthèse, la morphogénèse des mycorrhizes et le développement des plantules de *Pinus silvestris* permettent de tirer une conclusion effective sur les associations mycorrhiziennes des jeunes plantules de Pin avec ces champignons. Ces examens ont démontré très nettement l'influence de ceux-ci dans l'infection mycorrhizienne et la formation des mycorrhizes ectotrophes. Nous avons constaté que les différents champignons, dans les conditions de nos expériences, possédaient diverses activités mycorrhiziennes : variations du temps de l'infection et de la naissance des mycorrhizes. Par exemple, le *Suillus (Boletus) luteus*, le *Suillus (Boletus) variegatus*, le *Rhizopogon luteolus* et le *Cenococcum graniforme* ont rapidement provoqué une réaction mycorrhizienne et l'apparition des premières mycorrhizes ectotrophes; par contre, le *Boletus edulis*, l'*Amanita muscaria*, le *Lactarius deliciosus* et le *Lactarius rufus* ont, dans les mêmes conditions expérimentales, démontré une réaction mycorrhizienne plus lente. Les recherches ont prouvé l'absence de réaction mycorrhizienne sur les racines de jeunes plantules du Pin sylvestre âgées d'un an et demi, à partir de *Rozites caperata* et *Xerocomus (Boletus) badius* (PACHLEWSKA 1968).

Analysant les résultats de nos expériences, il convient de souligner l'importance et l'utilité de la méthode de synthèse sur agar-agar *in vitro* en expérimentation mycorrhizienne. L'application de cette technique nous a permis d'obtenir les associations mycorrhiziennes normales des jeunes plantules de *Pinus silvestris* avec plusieurs champignons sous la forme de mycorrhizes

Source : MNHN, Paris

ectotrophes typiques, dont la morphogénèse correspond aux mycorrhizes ectotrophes formées par ces champignons dans les conditions naturelles (PACHLEWSKI 1968). Dans ces expériences, on peut constater aussi le caractère normal de l'infection mycorrhizienne que confirme, entre autres, le rythme saisonnier des formations mycorrhiziennes qui présente chez les arbres la même allure que dans la nature. On remarque, en effet, deux maximums, l'un au printemps, l'autre en automne (PACHLEWSKI et PACHLEWSKA 1960, BOULLARD 1964, PACHLEWSKI 1968).

On peut penser que la synthèse sur agar-agar *in vitro* donne de nouvelles possibilités dans le domaine des recherches sur les mycorrhizes ectotrophes des arbres, de la dynamique de leur développement et de leur physiologie. La qualité essentielle de cette méthode est d'offrir la possibilité d'observations permanentes et immédiates du processus de la formation des mycorrhizes ectotrophes, depuis le moment des premiers contacts des deux partenaires, de leurs phases particulières de développement et de leurs réactions mycorrhiziennes mutuelles. Les résultats montrent la possibilité de l'adaptation de la synthèse sur agar-agar à quelques autres essences forestières, de même que son emploi en tant que test dans les recherches sur l'identification des champignons isolés des mycorrhizes ectotrophes des arbres. Il faut souligner, encore une fois, la possibilité de l'emploi de cette méthode dans les études sur la physiologie des champignons symbiotiques sous l'aspect de leurs caractères mycorrhiziens.

La détermination de l'activité mycorrhizienne de différents champignons symbiotiques du Pin sylvestre possède, entre autres, une grande importance dans les examens sur le rôle de l'infection mycorrhizienne en tant que facteur capable d'augmenter l'immunité des racines des jeunes plantules du Pin contre les facteurs pathogènes. Ce problème acquiert une importance toute spéciale dans la culture en pépinière des jeunes plantules de *Pinus silvestris*, et avant tout dans les boisements des sols agricoles ou des sols forestiers dégradés qui se distinguent par une population de microorganismes différente de celle des sols forestiers normaux (DOMINIK 1958, 1959). Le Pin sylvestre dans ces conditions, privé du contact avec ses champignons symbiotiques habituels, subit facilement l'infection des champignons à pseudomycorrhizes et des pathogènes des racines. Le problème de l'importance de la vie commune mycorrhizienne, laquelle peut être considérée comme un facteur biologique naturel, qui

Source : MNHN, Paris

en même temps protège les racines des arbres contre les attaques des champignons pathogènes, exige d'autres études. Les examens dans ce domaine devraient porter avant tout sur le choix des champignons des mycorrhizes de *Pinus silvestris*, sur les composants les plus effectifs des champignons de la vie commune mycorrhizienne : ceux qui font preuve d'une grande activité et d'un fort dynamisme dans leur développement. Ce sont ces deux qualités qui rendent possible la réaction mycorrhizienne rapide avec les racines de jeunes plantules de *Pinus silvestris;* elles améliorent ainsi l'aptitude à la défense et à l'opposition contre une disposition défavorable des facteurs microbiologiques du sol.

La connaissance des caractères susdits des champignons des mycorrhizes ectotrophes du Pin sylvestre permettrait, dans l'avenir, de réaliser des inoculations artificielles des sols ou des racines des jeunes plantules de cet arbre à l'aide de cultures pures de champignons possédant un haut degré de spécificité en sa faveur. Cela pourrait contribuer à la création d'une base réelle de réussite, et d'efficacité dans le domaine de la sylviculture.

(Z Pracowni Mikrobiologii Lesnej
Instytutu Badawczego Lesnictwa
w Jeziorach kolo Poznania.)

BIBLIOGRAPHIE

BJÖRKMAN E., 1942. — Über die Bedingungen der Mykorrhizabildung bei Kiefer und Fichte. *Symb. Bot. Upss.*, VI, 2.

BOULLARD B., 1964. — Acquisitions récentes relatives à l'écologie des mycorrhizes. *Journ. d'Agric. Tropic. et de Bot. appliq.*, T. XI, 12, p. 515-542.

DOMINIK T. et PACHLEWSKI R., 1955. — Badanie mykotrofizmu zespołów sosnowych w Lebie nad Baltykiem. *Roczn. Dendrol.*, 10, p. 53-96.

DOMINIK T., 1959. — Dynamika rozwojowa mikoryz tworzonych przez *Pinus silvestris* i *Boletus luteus* w glebach porolnych. *Prace Szczecin. Tow. Nauk. Wydz. Przyrod.-Rol.*, 1, p. 1-17.

LEVISOHN I., 1954. — Aberrant root infections of pine and spruce seedlings. *New Phytol.*, 53, 284-290.

Source : MNHN, Paris

MELIN E., 1923. — Experimentelle Untersuchungen über die Konstitutione und Ökologie der Mykorrhizen von *Pinus silvestris* und *Picea Abies*. *Mykol. Untersuch. u. Ber.*, 2, 73-331.

PACHLEWSKI R., 1958. — Badania mikotrofizmu naturalnych zespolów roslinnych na haldach górniczych w Knurowie i Gliwicach na Górnym Slasku. *Prace Inst. Badawcz. Lesn.*, 182, 173-209.

PACHLEWSKI R. et PACHLEWSKA J., 1960. — Badania morfologiczno-anatomiczne mikoryz sosny (*Pinus silvestris* L.) w zespolach lesnych Bialowieskiego Parku Narodowego. *Prace Inst. Badawcz. Lesn.*, 205, 3-48.

PACHLEWSKA J., 1968. — Badania nad synteza mikoryzowa sosny (*Pinus silvestris* L.) w czystych kulturach na agarze. *Prace Inst. Badawcz. Lesn.*, 345, 3-76.

PACHLEWSKI R., 1968. — Badania nad grzybami mikoryzowymi sosny — *Lactarius rufus* (Scop. ex Fr.) Fr. i *Rhizopogon luteolus* Fr. et Nordh. — w naturalnych warunkach i w czystych kulturach. *Prace Inst. Badawcz. Lesn.*, 365, 173-187.

TRAPPE J. M., 1962. — Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. *The Bot. Rev.*, 28, 538-606.

Grossissements respectifs des Photographies

PLANCHE I

Phot. 3. — Gross. : environ × 15

PLANCHE II

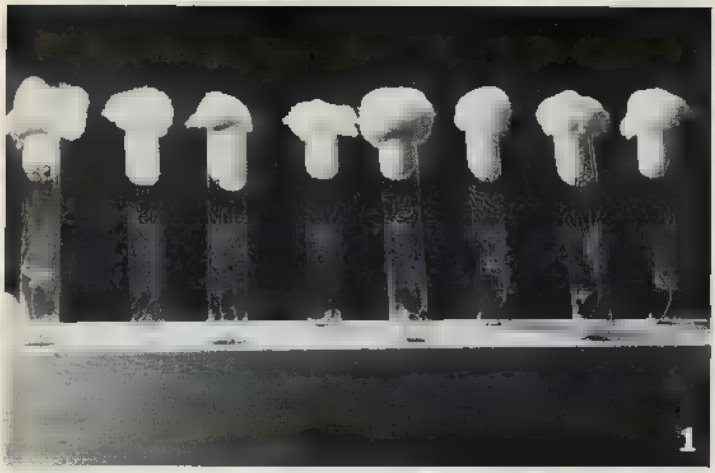
Phot. 4. — Gross. : environ × 25
Phot. 5. — Gross. : environ × 95

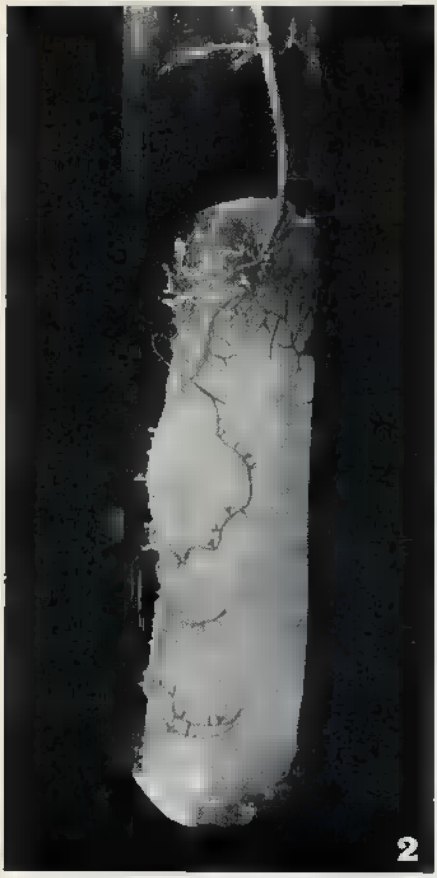
PLANCHE III

Phot. 7. — Gross. : environ × 285
Phot. 8. — Gross. : environ × 30
Phot. 9. — Gross. : environ × 145

Un fâcheux concours de circonstances a retardé la publication de cet article qui devait paraître en 1971.

Source : MNHN, Paris

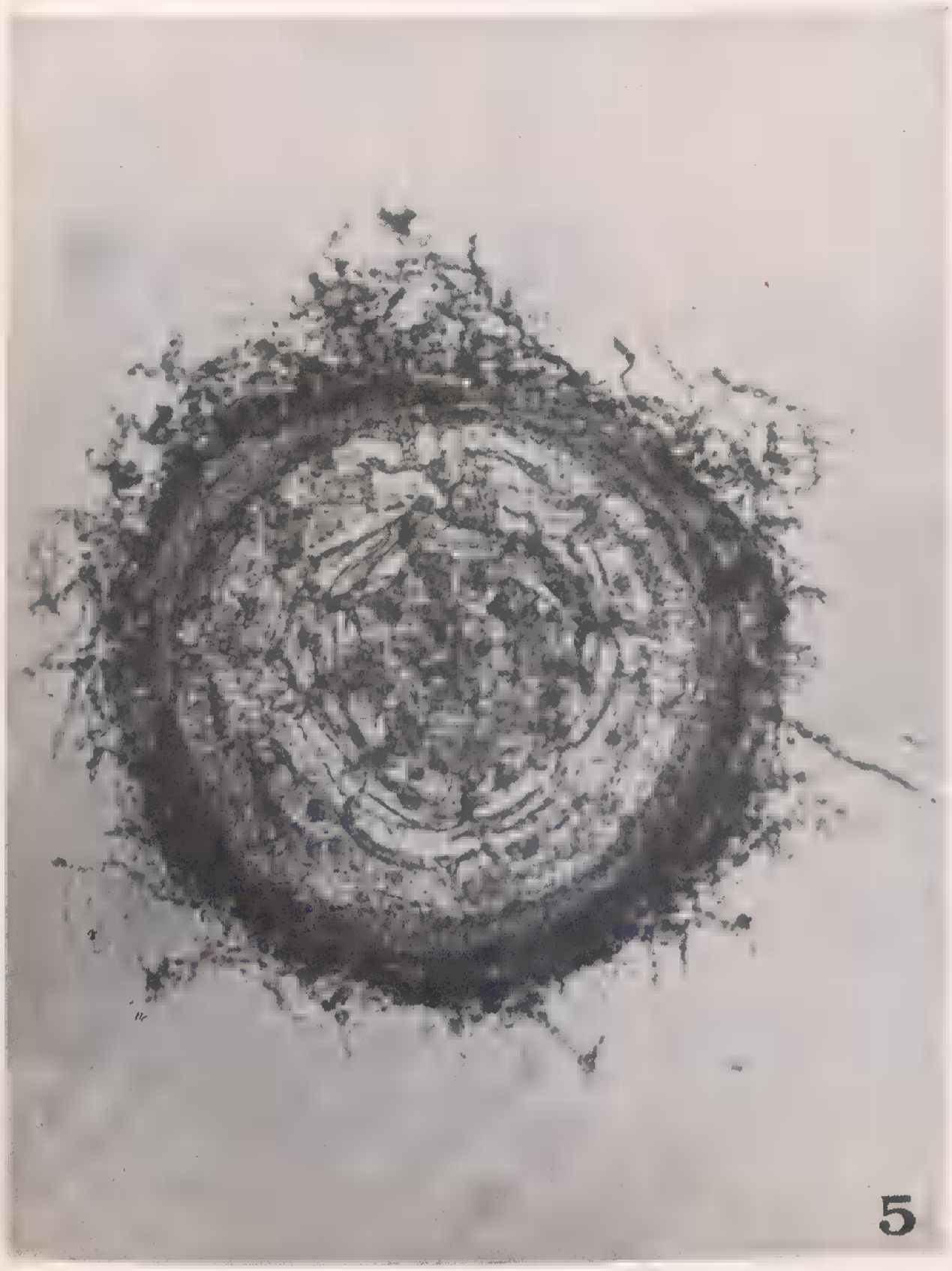




1. Synthèse mycorrhizienne sur agar-agar en culture pure in vitro
2. Synthèse mycorrhizienne de *Pinus silvestris* et *Rhizopogon luteolus* sur agar-agar
3. Jeunes mycorrhizes ectotrophes de *Pinus silvestris* et *Rhizopogon luteolus* dans la synthèse sur agar-agar

IMP. RAPIDE MODERNE (BENS [illegible])

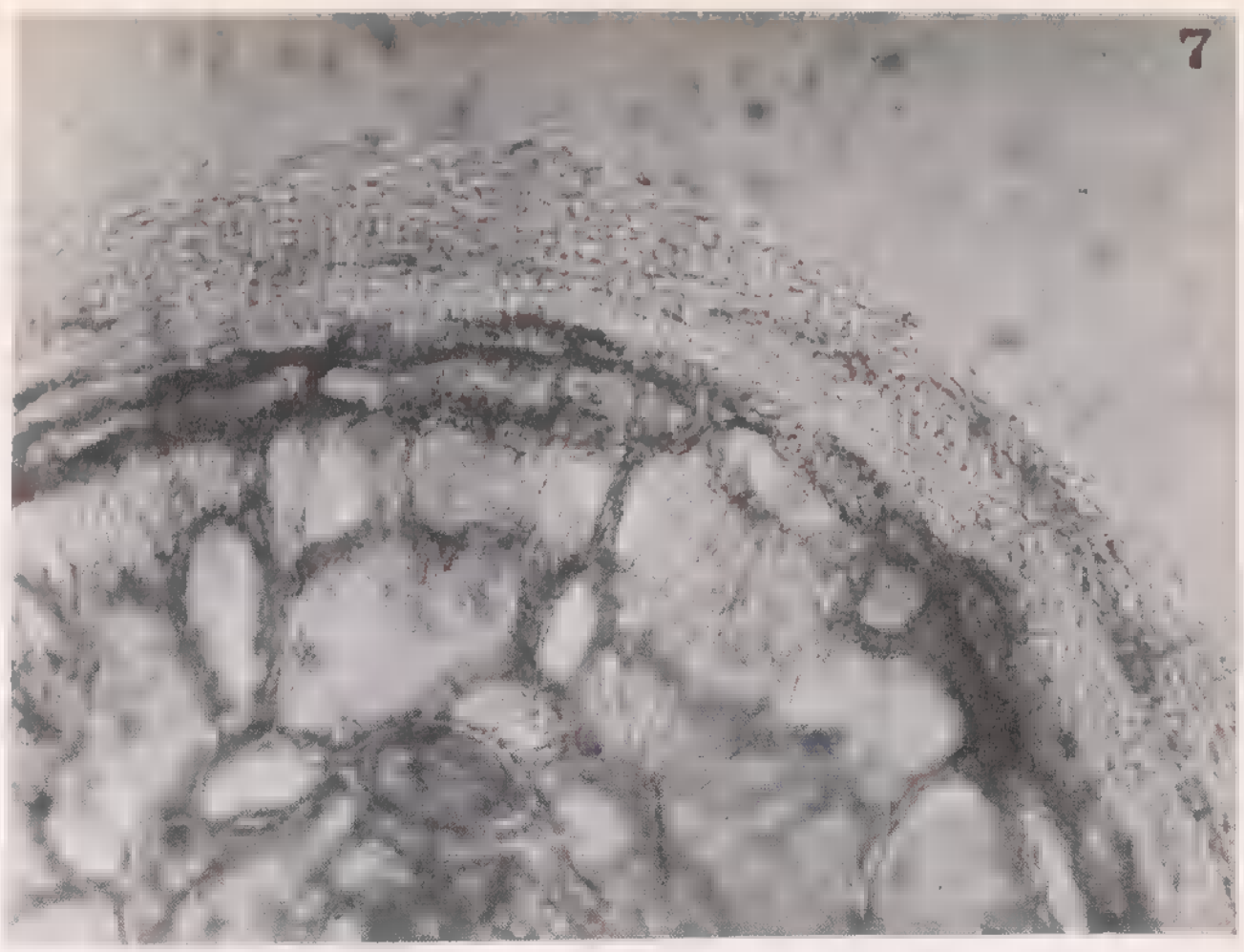
Source : MNHN, Paris



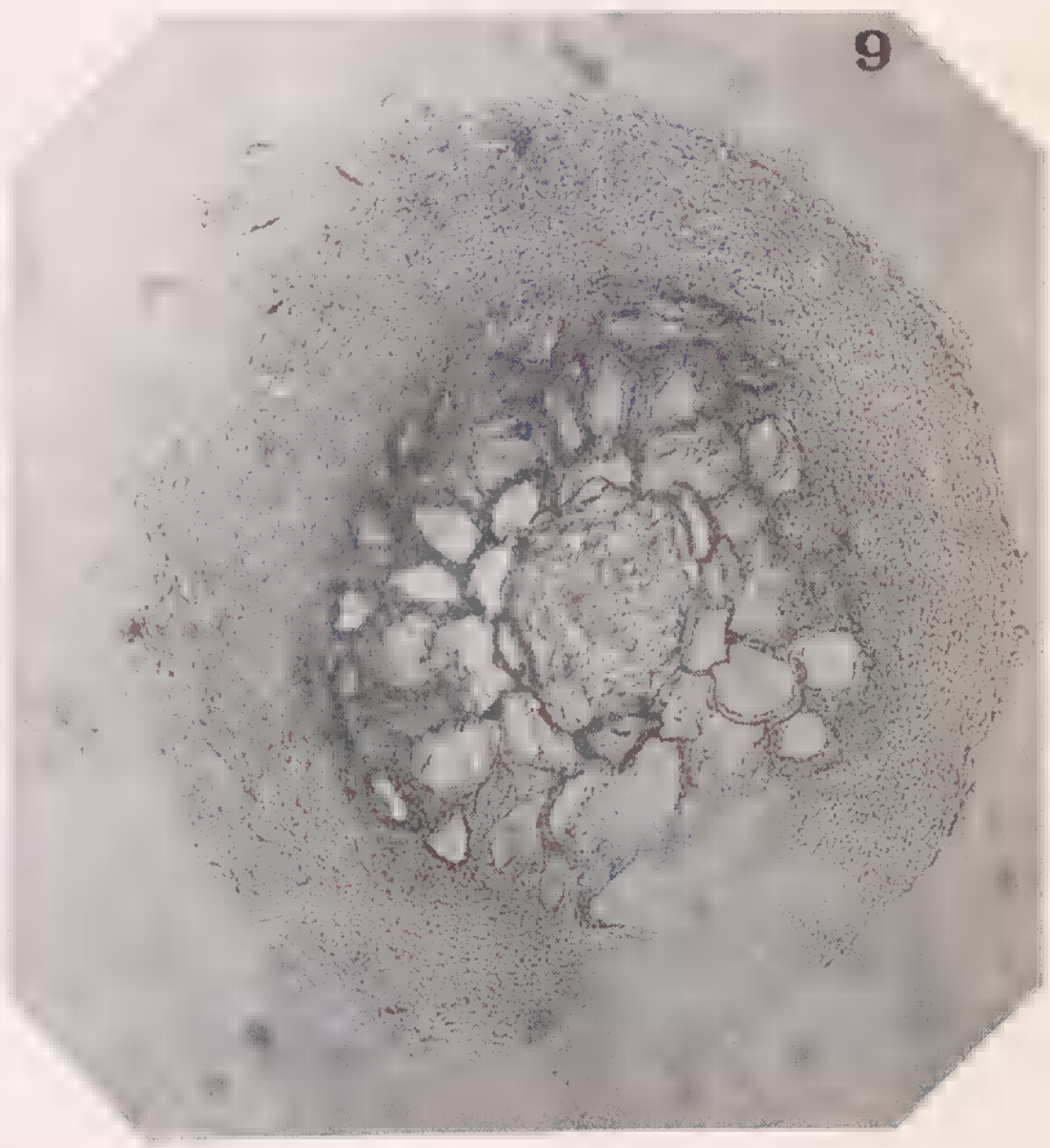
4. Mycorrhizes ectotrophes de *Pinus silvestris* et *Rhizopogon luteolus* dans la synthèse sur agar-agar
5. Coupe transversale d'une mycorrhize ectotrophe de *Pinus silvestris* et *Rhizopogon luteolus*
6. Synthèse mycorrhizienne de *Pinus silvestris* et *Lactarius rufus* sur agar-agar

BIBLIOTHÈQUE MUSEUM PARIS

IMP. RAPIDE MODERNE BENS - PARIS - 770-80-65



7. Fragment d'une coupe transversale de mycorrhize ectotrophe de *Pinus silvestris* et *Lactarius rufus*



8. Mycorrhizes ectotrophes de *Pinus silvestris* et *Amanita muscaria* sur agar-agar

9. Coupe transversale d'une mycorrhize ectotrophe de *Pinus silvestris* et *Amanita muscaria*

BIBL. DU MUSEUM PARIS

IMP. RAPIDE MODERNE BENS - PARIS - 770-80-65

Amanita verna (Bull. ex Fr.) Roques

Par André MARCHAND (Perpignan).

■

Description

CHAPEAU 4-7-(8) cm, hémisphérique puis convexe, enfin étalé, voire un peu déprimé, le centre non mamelonné mais parfois épaissi. Marge mince, arrondie, régulière, fimbriée au début, fibrillo-pelucheuse chez l'adulte, souvent fendillée mais non striée, concolore. Cuticule séparable, très mince, translucide, tenace, élastique, humide ou un peu lubrifiée, blanche, ivoire au centre, brillante et satinée à sec, unie ou très finement fibrillo-soyeuse (s. l.), ornée de rares fragments de volve.

LAMES assez serrées, inégales par de nombreuses lamellules et quelques lamelles tronquées d'équerre, étroites (4 à 5 mm), minces, à peine bombées, atténuées au pied, très arrondies en avant, blanchâtres. Arête aiguë, entière, souvent appendiculée vers la marge par des débris floconneux. Sporée blanche.

PIED 7-10-(13) × 1-1,5 cm, facile à séparer, offrant alors un moignon net au sommet, élancé, égal ou un peu atténué de bas en haut, évasé sous les lames, bulbeux-ovoïde à la base, farci puis creux, blanc, brillant, soyeux, souvent orné de fines peluches apprimées sur la moitié inférieure, lisse à la fin. Anneau subapical, persistant, membraneux, très mince, fragile, diaphane, souvent déchiré, simple, longtemps attaché aux lames, pruineux-floconneux, à peine strié en-dessus, blanc. Volve en sac, plutôt engainante, membraneuse, adnée, mince dans le limbe libre, irrégulière, souvent avec un grand lobe dressé, la face interne sans rebord circulaire, blanche, la face externe blanchâtre sordescent, crème pâle à la fin.

CHAIR mince (3 à 5 mm dans le chapeau), tendre, humide, non hygrophane, un peu fibreuse dans le cortex du pied et davantage dans le bulbe, non véreuse, hyaline dans la mœlle et au sommet

Source : MNHN, Paris

du pied, dans l'hypophylle aussi. Saveur douce. Odeur faible puis vireuse à la corruption. Réactions chimiques nombreuses et spectaculaires (cf. Remarques).

Ecologie. L'Amanite printanière, la plus précoce du complexe « phalloïdes », apparaît vers la fin du mois de mai en Roussillon où elle fréquente, jusqu'en septembre, les taillis aérés de châtaigniers et les chênaies thermophiles clairiérées. Rare et mal connue en Europe, elle se complaît dans les sols acides de Catalogne, où elle croît parfois dans le sable pur, par groupe de 2 ou 3 individus, mais plus souvent solitaire (Forge del Mitg (P. O.), alt. 700 m, sous des chênes clairsemés, sol aréneux, 30.5.1971).

Microscopie

Spores (8,75)-10-10,5-(11,2) × (7)-7,5-8,25-(9,4) µ, surtout 10 × 7,5 µ, rapport L/é 1,06 < R < 1,37, avec un rapport de plus grande fréquence R = 1,29, ovoïdes à subglobuleuses, lisses, à contenu granulaire assez grossier, uniguttulées, hyalines, amyloïdes. Apicule court, gros et obtus. Basides 50 × 10,5-12,5 µ, clavées, 4-spores; stérigmates longs de 5 µ. Sous-hyménium celluleux, chaque article de diamètre 12-16 µ. Cuticule formée d'hyphes couchées × 2,5-6,25 µ, certaines bien pigmentées, à paroi mince et cloisons très espacées, resserrées aux cloisons; articles terminaux capitulés. Boucles non décelées.

Remarques

Cette espèce mortelle se distingue des autres amanites fatales par son chapeau bientôt plan, souvent déprimé, non vergeté, par son pied svelte, ni méchuleux, ni tigré de bandes soyeuses irrégulières, par sa volve plus engainante enfouie très avant dans le sol, par sa chair inodore, enfin par ses spores plus ellipsoïdales et sa répartition surtout méridionale (Sud de la France, Espagne, Afrique du Nord).

Elle diffère assez de l'Amanite phalloïde pour constituer une bonne espèce dont le type correspond à l'**Agaricus vernus** de la Pl. 108 de Bulliard et non à celui de Fries qui, sous le nom de **A. verna**, représente l'Amanite vireuse.

Sans doute la plus insidieuse des trois amanites mortelles, l'Amanite printanière offre aux novices de grands risques de

Source : MNHN, Paris

confusion avec toutes les autres espèces blanches, comme les Agarics, en particulier. Pour plus de sûreté, les débutants rejetteront tous les champignons à volve et à lames blanches.

L'Amanite printanière manifeste un chimisme très remarquable. Voici plusieurs réactions inédites : le *perchlorure de fer* produit une coloration olivâtre, vive sur la cuticule, nulle ailleurs; sous l'action de la *paraphénylénediamine* la chair devient brun vineux en 2 ou 3 minutes puis noirâtre violacé en une demi-heure; avec les bases fortes, toutes les parties du carpophore, sauf la face externe de la volve, se colorent en jaune citrin, la moelle du pied en jaune soufre à *la soude* et même en jaune d'or à *la potasse;* sur la chair et la cuticule, le jaune soufre obtenu avec la potasse vire au jaune orangé au contact de *l'eau de Javel;* le *Gaïacol* sur la cuticule, la base du pied et plus encore sur la volve donne, après 5 à 10 minutes, une réaction brun rouge sombre, très spectaculaire, qui passe en une heure à chocolat noirâtre. La chair, même dans le haut du stipe, reste insensible au Gaïacol, ou bien la réaction, très faible, s'opère avec une extrême lenteur.

Pour mémoire, citons les agents chimiques sans effet sur l'**A. verna** : acide sulfurique (même sur les lames), Gayac, phénol, formol, sulfate de fer (faible à nul), sulfate de cuivre (bleu pâle sur la chair), Melzer, nitrate d'argent, Tl-4, acide chlorhydrique, aniline, eau de Javel...

Discussion

En vue d'édifier un atlas dont le premier tome a paru cet automne (1), la vérification systématique, pour chaque espèce, des critères microscopiques et des tests chimiques, devait nous conduire sans grand mérite et comme nécessairement à constater, en particulier, la réaction positive aux bases fortes des amanites printanières collectées par nos soins en Roussillon.

Pour sa part, l'excellent mycologue de Maillane, notre ami Louis Riousset, pratiquait les mêmes observations sur des récoltes effectuées chaque année, surtout au mois de juin, dans la région de Rustrel (Vaucluse). Même la *forma specialis ellip-*

(1) « Champignons du nord et du midi », atlas photographique, 264 espèces citées ou décrites, 100 planches en couleurs, 264 pages, format 13 × 19 cm, nomenclature moderne. *Société Mycologique des Pyrénées Méditerranéennes*, Perpignan, 1971.

Source : MNHN, Paris

ticospora Gilbert, plus robuste que le type au point de présenter un faciès de jeune *A. ovoidea* — mais à volve blanche! — réagit en jaune à la potasse. Les cueillettes les plus récentes réalisées par M. Riousset le 20 et le 29 octobre 1971 à St Rémy de Provence, sous *Pinus halepensis* et sur substrat à forte phase sableuse, ont encore confirmé les faits.

Mais il devait revenir à M. J. Trimbach de publier, le 25 mars 1970 dans le fasc. 1 de la « Riviera scientifique », un article où il créait un nouveau taxon **A. verna** var. *decipiens* à partir d'échantillons prélevés dans l'arrière-pays niçois, à Berre-les-Alpes, précisément sur les stations prospectées par Gilbert. Ces échantillons prenaient « une magnifique teinte jaune-or sous l'action de la solution de potasse ou de soude ».

Toutefois, le spécialiste actuel des Amanites européennes et extra-européennes, notre correspondant Cornélius Bas, de Leiden, a réalisé début 1971, en compagnie de R. Bertault, un voyage au Maroc au cours duquel il a constaté que les exemplaires tangérois de **A. verna** présentaient des lames affectées d'une légère décurrence par la dent, et que ces exemplaires restaient insensibles à la potasse.

De telles contradictions soulèvent des difficultés d'autant plus importantes qu'il s'agit d'une espèce que l'on croyait bien établie et qui compte parmi les champignons mortels. Tout d'abord, la réaction à la potasse perd sa valeur de critère discriminateur entre l'Amanite printanière et l'Amanite vireuse. En outre, comme il est clair que ni Bulliard en 1782, ni Fries en 1821, ni même Gilbert en 1938 ont fait subir des tests chimiques à leurs récoltes, on ignore à jamais si, à l'état frais, le lectotype de **A. verna**, correspondant à l'icône princeps (Pl. 108 de Bulliard), réagissait ou ne réagissait pas aux bases fortes. Même après les travaux de Bataille, en 1945, au sujet des « Réactions macrochimiques chez les champignons », il y a lieu de tenir pour très suspects les tests chimiques réalisés sur matériel sec. A propos des exsiccatas, nous voulons bien convenir qu'ils valent mieux que rien, mais pas davantage. Enfin, il ne faut pas exclure quantités de confusions qui ont pu être commises entre des amanites printanières et des phalloïdes blanches [(1), Pl. 6, pp. 26, 218, 220].

On voit s'esquisser nos conclusions. Si la plupart des exemplaires réagissent à la potasse, mais si d'autres restent insensibles, il faut bien admettre qu'il existe une espèce et une variété d'Amanite printanière, ou même deux espèces distinctes.

Source : MNHN, Paris

Or, GILBERT rapportait au type ses propres récoltes effectuées à Berre-les-Alpes, station où toutes les amanites printanières offrent une réaction positive, et BULLIARD n'est pas allé au Maroc chercher des échantillons insensibles aux bases fortes. Il paraît donc beaucoup plus vraisemblable de supposer que le type réagissait en jaune à la potasse que de prétendre le contraire.

C'est du moins ce parti de la logique et de la prudence que nous avons adopté en conservant le binôme **A. verna**, vieux d'environ deux siècles, pour nos exemplaires de Catalogne. Nous avons cru bon d'en présenter une description complète.

Il nous a paru non moins nécessaire d'user d'une grande circonspection envers une espèce connue de peu de mycologues et sujette à un polymorphisme qui s'exprime tout à la fois par l'instabilité du faciès comme par une hétérosporie aussi bien dimensionnelle que morphologique.

(Résidence Hanovre E. 3,
Rue de Venise - 66 000
Perpignan.)

Source : MNHN, Paris

Mycoflore du compost destiné à la culture du champignon de couche

Par R. CAILLEUX (Paris).

■

Le compost destiné à la culture du champignon de couche est, le plus souvent en France, du fumier de cheval qui a subi une série de fermentations. Consécutives à l'action de certains micro-organismes, entretenues par des brassages périodiques de la masse et des apports d'engrais azotés, ces fermentations transforment les matériaux d'origine, surtout pailleux, en un milieu de culture particulièrement favorable à la croissance et à la fructification de ce champignon.

Mis en tas, ou « plancher » selon le langage champignonniste, abondamment arrosé d'eau, le fumier de cheval s'échauffe très rapidement. Progressant du centre vers la périphérie, la poussée thermique, qui peut atteindre près de 80°, se stabilise, décroît, puis s'arrête, selon des délais variables en fonction de l'état du fumier et du volume du tas. Pour obtenir un compost convenable il est nécessaire, dès que la température commence à descendre, d'aérer le tas afin de permettre le départ d'une nouvelle fermentation exothermique, cette pratique, ou « retourne », étant répétée plusieurs fois.

Les parties externes du tas, le dessus en particulier, très humides, d'une température modérée à assez chaude, souvent chargées de vapeurs ammoniacales, deviennent le support idéal d'une flore et d'une faune très particulières; c'est un milieu d'élection pour de nombreuses espèces bactériennes, où pullulent Acariens et Nématodes; la mycoflore développée y est rare et bien spéciale, mais certaines spores peuvent y demeurer vivantes, dans l'attente de conditions plus favorables à leur germination. A vingt centimètres environ au-dessous de la surface le compost, nettement chaud, encore aéré, constitue un autre biotope, support ou refuge d'espèces qu'on peut déjà qualifier de thermo-

Source : MNHN, Paris

philes; les Actinomycètes y dominent. A l'intérieur du tas la chaleur tue bon nombre d'organismes, non adaptés aux températures élevées qui y règnent, et seuls prolifèrent ceux qui sont responsables de la fermentation. A chaque retourne, dans un souci d'homogénéisation et afin de détruire les organismes nuisibles qui y sont réfugiés, les parties externes du « plancher » sont placées au centre où elles subiront à leur tour les températures les plus élevées de la fermentation.

Devant ces conditions on peut aisément supposer des modifications profondes du cortège fongique d'origine : certaines espèces disparaissent, d'autres résistent, ou sont adaptées à de telles conditions de vie et rencontrent un milieu qui leur est particulièrement favorable. Une sélection sévère s'opère, très profitable puisqu'elle permet, d'une part d'éliminer des agents susceptibles de se comporter en concurrents vitaux à l'égard du champignon de couche, d'autre part de favoriser le développement d'organismes qui participent à l'élaboration du compost.

Habitué des champignonnières depuis de nombreuses années nous y avons souvent effectué des prélèvements de fumier, à différents stades du compostage, destinés à la recherche de la composition de la mycoflore et de son éventuelle influence sur la culture. En possession d'une certaine somme de résultats nous croyons intéressant de les publier puisque, même s'ils ne prétendent pas donner une image définitive, ils nous paraissent susceptibles de livrer un aperçu convenable de la mycoflore de ces composts. Après une brève esquisse du déroulement du compostage, destinée à préciser l'état du matériel étudié, et un aperçu des méthodes utilisées, nous examinerons la composition du cortège fongique des éléments de base du compost, la paille de blé, le crottin de cheval et le fumier, frais ou longtemps stocké. L'étude comparée de la mycoflore d'échantillons prélevés à différents niveaux, dans les tas en fermentation et à des stades de compostage différents, nous permettra de brosser un tableau vraisemblable de l'évolution de la mycoflore pour en tirer les conclusions pratiques qui s'imposent.

Source : MNHN, Paris

Matériel et méthodes

Le matériel

La majeure partie des prélèvements examinés proviennent de cultures de la région parisienne; les autres sont originaires de l'Aisne, de l'Oise, du Val de Loire et du Puy-de-Dôme (1), mais aucune différence notable n'est apparue dans la composition de leur mycoflore.

Les pratiques culturales du champignon de couche reposent essentiellement sur deux procédés dont l'un est qualifié de « culture traditionnelle », parce que le plus anciennement pratiqué, et l'autre, plus récent, de culture sur fumier « pasteurisé » ou « en caisses ». En culture traditionnelle la préparation du compost fait uniquement appel aux fermentations naturelles. Le fumier est mis en tas, arrosé, c'est l'« abattage »; trois à quatre « retournes », espacées de sept, puis cinq à quatre jours, sont ensuite pratiquées avant la confection des meules, en cave, et l'ensemencement de mycélium de champignon de couche, ou « blanc ». Le compost a alors subi quatre à cinq fermentations au cours desquelles la température interne des tas peut s'élever jusqu'à 70°. Les diverses manipulations, aussi soignées soient-elles, ne permettent cependant pas d'obtenir un produit suffisamment homogène, dont toutes les parties auraient été exposées à la température idéale de fermentation. En culture « en caisses », le fumier est arrosé plus abondamment, laissé en tas, sans qu'il soit brassé, pendant quelques jours avant l'« abattage » qui est généralement suivi de trois « retournes » espacées de 4 à 5 jours au début, puis de trois et même deux jours; après quatre à cinq fermentations naturelles, où la température interne du plancher s'élève jusqu'à 70-75° et s'approche parfois de 80°, le compost est étalé dans des caisses, en couche peu épaisse. Le tout est alors placé dans une enceinte spécialement aménagée, chauffée et aérée, où il subit une dernière fermentation de trois à quatre jours, parfois plus selon les exploitations et l'état du compost. Limitée à une température voisine de 55°, cette fermentation

(1) Il nous est particulièrement agréable, à l'occasion de cette note, de témoigner notre reconnaissance aux champignonnistes qui ont accepté de nous ouvrir leur exploitation, tout particulièrement à M. G. Renard (Champignons Guy à Carrières-sur-Seine) chez qui nous avons toujours reçu, depuis longtemps, le meilleur accueil.

Source : MNHN, Paris

assure une élaboration plus complète du compost; généralement appelée « pasteurisation », dans la pratique, nous préférons la désigner par les termes de « fermentation dirigée et contrôlée » (F. D. C.) proposés comme plus corrects, si on ne leur accorde pas un sens trop absolu. Après ensemencement de « blanc » et incubation à 24°, en salles climatisées, les caisses sont gobetées et réparties dans les locaux de récolte, ou, encore, leur contenu est vidé sur le sol des caves pour former des plates-bandes.

Plus humide, mieux mélangé lors des retournes, en général mécaniquement, le compost préparé en vue de la culture « en caisses » est soumis à des fermentations plus complètes que celui destiné à la culture traditionnelle. La F. D. C. permet aux microorganismes les plus favorables à la transformation du compost en un milieu optimum au champignon de couche d'agir dans les meilleures conditions; elle assure le conditionnement de toute la masse, sans distinction de parties externes, qui est soumise à une température léthale pour les Insectes, les Acariens, les Nématodes et une grande partie des champignons. Mieux adapté aux exigences d'une culture moderne, aboutissant à de meilleurs rendements, le procédé de travail du compost avec F. D. C. remplace de plus en plus le procédé traditionnel; c'est pourquoi nous avons préféré orienter l'essentiel de nos recherches sur des composts préparés en vue de, ou ayant subi, la F. D. C. Quelques prélèvements de composts destinés à la culture traditionnelle permettront cependant une brève comparaison.

Les méthodes

Les résultats exposés sont à considérer selon deux catégories d'échantillons.

La première comprend des prélèvements effectués uniquement à la surface de tas de fumier non composté, entreposé depuis des délais variables; elle est destinée à donner une idée assez large du cortège fongique présent avant toute opération de compostage. Quelques échantillons de paille de blé pure et de crottin de cheval seuls la complètent et font ressortir la mycoflore propre à chacun de ces principaux constituants du fumier.

Le second groupe des séries d'échantillons, dits étagés, prélevés à trois niveaux différents d'un même tas :

A — en surface, selon une épaisseur de 10 cm au plus, où la température varie de 15 à 35° selon la saison et le stade de compostage;

Source : MNHN, Paris

B — entre 20 et 35 cm sous la surface, dans une zone modérément chaude, où 35° à 40° sont enregistrés au moment du prélèvement;

C — le plus profondément possible, à 40 cm au moins sous la surface, dans la zone où la température est la plus élevée, 60° à 80°.

Ces prélèvements concernent des tas de fumier non composté, entreposés depuis trois jours au moins et cinq jours au plus, et des planchers de compost parvenu aux stades de travail de la première retourne, de la troisième retourne et de la mise en caisses. Outre l'étude des modifications du cortège fongique au fil du compostage, ils permettent de connaître les répercussions de l'élévation de la température et de la transformation du milieu au sein d'une même masse de fumier parvenue à un stade déterminé de compostage, sur ce cortège.

Une série d'échantillons prélevés après la F. D. C. donne une idée convenable de la mycoflore restante.

Les prélèvements étant effectués juste avant la manipulation précisée, ces échantillons ont donc subi, respectivement, 1, 3 et 4 fermentations exothermiques entretenues par le champignonniste, la première fermentation du fumier non composté, simplement laissé en tas, exceptée.

Au laboratoire, dans les plus brefs délais après leur prélèvement, les échantillons sont répartis en bocaux de verre soigneusement obturés au coton pour éviter les déplacements d'acariens; parallèlement quelques brins de fumier sont déposés sur du milieu à la maltéa Moser à 1 %, gélosée à 2 %, en boîtes de Pétri. Soumis aux températures respectives de 25°, 35° et, moins souvent, 55°, en étuve, ils sont contrôlés quotidiennement au début, puis tous les deux ou trois jours, pendant un mois.

A propos des techniques utilisées, quelques précisions s'imposent :

— Lors du prélèvement des échantillons étagés, il convient de bien les circonscrire et de prendre soin de ne pas entraîner de pailles longues qui peuvent se prolonger au-delà du niveau choisi.
— La température de chaque échantillon est vérifiée, sur place, avant le prélèvement.
— La répartition des échantillons à étudier doit suivre d'assez près leur collecte, pour éviter le développement malen-

Source : MNHN, Paris

contreux d'une espèce à croissance rapide qui pourrait ensuite fausser les résultats.

— L'enceinte close formée par le bocal, il en va de même pour d'autres récipients, favorise la prolifération des Acariens et des Nématodes, en particulier dans les prélèvements de surface, mais ce procédé offre une vue plus exacte de la mycoflore capable de se développer activement sur le compost et dans les conditions considérées.

– L'ensemencement de brins de fumier sur un milieu nutritif gélosé permet souvent de mettre en évidence des champignons difficiles à déceler dans les bocaux, ou inaptes à se développer sur un compost qui ne leur convient pas, mais dont les spores sont encore vivantes. Pour la recherche des organismes fongiques ce procédé se révèle, dans la pratique, préférable à celui des dilutions qui favorise par trop les bactéries.

– L'incubation de parties d'un même échantillon, homogène, à des températures différentes, quels que soient sa nature et son niveau de prélèvement, a deux buts. D'une part, elle recrée des conditions thermiques aussi proches que possible de celles auxquelles il était soumis à l'origine. D'autre part, en inversant la valeur de ces facteurs, elle révèle les espèces thermophiles d'un échantillon de surface ou, au contraire, elle favorise le développement et l'identification d'espèces non thermophiles, mais capables de supporter sans dommages les températures élevées subies par un échantillon prélevé en profondeur.

Analyse du cortège fongique selon les divers états du fumier et du compost

Les listes ci-après font apparaître les espèces qui se sont manifestées sur les différentes catégories de prélèvements, compte-tenu des températures d'incubation auxquelles les échantillons ont été soumis.

A propos des prélèvements étagés, un même tableau groupe les espèces les plus fréquemment rencontrées sur l'ensemble des échantillons et sur ceux correspondant à du compost ayant subi la F. D. C., les autres étant signalées à part.

Les champignons considérés comme principaux parasites, ou concurrents vitaux, du champignon de couche sont distingués des autres par une impression « en gras ».

Source : MNHN, Paris

1) Champignons apparus sur de la paille de blé
(5 prélèvements)

— à 25° :

Pterula gracilis, Sordaria fimicola, Chaetomium elatum, C. fimeti, ***C. globosum, C. olivaceum,*** *Melanospora* sp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Arthrobotrys superba, Dactylaria* sp., *Epicoccum nigrum, Fusarium* spp., *Malbranchea* sp., ***Myceliophthora lutea,*** *Trichoderma viride, Trichothecium roseum, Acremoniella atra, Alternaria* sp., *Cladosporium herbarum, Stachybotrys atra, Torula herbarum, Stysanus stemonites, Mucor mucedo, M. pusillus, M. saturninus, Thamnidium elegans.*

— à 35° :

Coprinus fimetarius, Microascus sp., *Aspergillus nidulans, Penicillium* sp., ***Myceliophthora lutea,*** *Humicola grisea* var. *thermoidea, Torula thermophila.*

La présence du ***Myceliophthora lutea,*** apparu à 25° et à 35°, constitue un des points intéressants du cortège fongique développé sur la paille; elle apporte la preuve que ce concurrent vital peut être introduit dans le compost par un de ses composants essentiels. Le développement des ***Chaetomium*** n'est pas surprenant puisque ces champignons sont communs sur les matières organiques, même peu dégradées. On notera avec intérêt que le *Torula thermophila* se plaît sur ce support qu'il colonise activement à 35°. L'*Humicola grisea* var. *thermoidea* n'est apparu qu'une seule fois, sur le milieu gélosé nutritif ensemencé de paille.

2) Champignons apparus sur le crottin de cheval
(6 prélèvements)

— à 25° :

Coprinus fimetarius, C. spp., *Panaeolus campanulatus, Ascobolus furfuraceus, Ascolanthanus trisporus, Bombardia* sp., ***Chaetomium globosum,*** *Kernia nitida, Podospora curvula, P. decipiens, P. setosa, Sordaria fimicola, S. humana, Sporormia minima, Thielavia* sp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Arthrobotrys oligospora, Botrytis cinerea, Cephalosporium* sp., *Fusarium* spp., ***Myceliophthora lutea,*** *Oedocephalum glomerulosum, Acremoniella atra, Alternaria* sp., *Cladosporium herbarum, Graphium* sp. n° 2, *Humicola grisea, Stachybotrys atra, Stysanus*

Source : MNHN, Paris

stemonites, Chaetocladium Brefeldii, Mucor hiemalis, M. mucedo, M. saturninus, M. sp., *Piptocephalis repens, Rhizopus niger, Thamnidium elegans, Dictyostelium mucoroides.*

— à 35° :

Coprinus fimetarius, Microascus sp., *Aspergillus nidulans, Scopulariopsis repens, Mucor saturninus.*

Comme on pouvait s'y attendre le crottin de cheval supporte un cortège très classique d'espèces fimicoles et banales. Le ***Myceliophthora lutea*** est présent et s'y développe abondamment, comme un véritable coprophile. L'élément le plus surprenant réside en l'absence du *Torula thermophila* qui, même sur les échantillons incubés à 35°, ne s'est jamais manifesté.

3) Champignons apparus sur du fumier non composté (prélèvements de surface)

a) en tas depuis 8 jours au plus (11 prélèvements)

— à 25° :

Coprinus fimetarius, C. spp.

Ascobolus furfuraceus, A. sp.

Ascolanthanus trisporus; Chaetomium fimeti, Chaetomium cochliodes, C. elatum, ***C. globosum,*** *C. indicum,* ***C. olivaceum,*** *C. spirale, C.* sp. n° 1; *Guilliermondia saccoboloides; Kernia nitida; Podospora curvula, P. decipiens, P. setosa; Sordaria fimicola; Sporormia* sp.; *Thielavia* sp.

Arthrobotrys oligospora; Aspergillus spp.; *Cephalosporium acremonium, C.* sp.; *Epicoccum nigrum; Fusarium* spp.; ***Myceliophthora lutea;*** *Oedocephalum fimetarium, O. glomerulosum; Penicillium expansum, P.* spp.; *Scopulariopsis brevicaulis,* ***S. fimicola,*** *S. repens; Trichoderma viride; Trichothecium roseum; Verticillium cinnabarinum. Alternaria* sp.; *Gliomastix convoluta; Humicola grisea* var. *thermoidea. Graphium* sp. n° 2, *G.* sp. n° 3; *Stilbella thermophila; Stysanus stemonites. Chaetocladium Brefeldii; Mortierella reticulata; Mucor hiemalis, M. mucedo, M. pusillus, M. racemosus, M. saturninus, M.* sp.; *Syncephalastrum* sp.; *Thamnidium elegans.*

Dictyostelium mucoroides.

— à 35° :

Coprinus fimetarius.

Source : MNHN, Paris

Ascolanthanus trisporus; Chaetomium thermophile; Guilliermondia saccoboloides; Myriococcum albomyces; Thielavia sepedonium, T. thermophila.

Aspergillus nidulans, A. sp.; ***Myceliophthora lutea.***

Humicola grisea var. *thermoidea; Torula thermophila.*

Graphium sp. n° 2; *Stilbella thermophila.*

Mucor pusillus.

— à 55° :

Humicola lanuginosa.

b) en tas depuis plusieurs mois (3 prélèvements)

— à 25° :

Conocybe sp.; *Coprinus fimetarius, C.* spp.; *Panaeolus campanulatus, P. sphinctrinus.*

Ascobolus furfuraceus, A. sp.

Ascolanthanus trisporus; Chaetomium fimeti, Chaetomium elatum, ***C. globosum***; *Kernia nitida; Microascus cirrhosus; Podospora curvula, P. decipiens, P. setosa; Sporormia leporina, S.* sp.; *Tripterospora brevicaudata.*

Arthrobotrys oligospora; *Aspergillus* spp.; *Cephalosporium* sp.; *Dactylaria* sp.; *Fusarium* spp.; *Harposporium anguillulae;* ***Myceliophthora lutea;*** *Penicillium expansum, P.* spp.; ***Scopulariopsis fimicola;*** *Trichoderma viride; Trichothecium roseum; Tritirachium roseum; Verticillium cinnabarinum.*

Alternaria sp.; *Torula herbarum.*

Graphium sp. n° 2.

Mortierella Bainierii; Mucor pusillus, M. saturninus.

Rhizopus niger.

Didymium xanthopus.

— à 35° :

Coprinus fimetarius.

Aspergillus nidulans; ***Myceliophthora lutea.***

Humicola grisea var. *thermoidea; Torula thermophila.*

Mucor pusillus, M. saturninus.

La rencontre, dans la partie superficielle des tas de fumier non composté, d'espèces déjà observées sur la paille et le crottin n'a rien d'étonnant. L'allongement de la liste n'est que la conséquence du plus grand nombre de prélèvements étudiés; on y trouve réunis tous les champignons, indifférents, bénéfiques ou

Source : MNHN, Paris

parasites des cultures, qui seront ultérieurement cités. Sur les échantillons incubés à 35°, les espèces thermophiles sont plus abondantes, bien développées, et à 55°, l'*Humicola lanuginosa* se manifeste nettement. Le stockage prolongé du fumier semble provoquer une nette diminution de l'importance du cortège fongique, mais il faut tenir compte du nombre, assez faible, de prélèvements examinés. D'autre part, il est possible que certaines espèces ne soient plus en mesure de croître sur un milieu où elles avaient déjà accompli leur cycle évolutif.

4) Champignons apparus sur des prélèvements étagés de fumier et de compost

Espèces les plus fréquentes (voir tableau n° 1)

Rappelons que le niveau A correspond aux prélèvements de surface, le niveau B à ceux effectués entre 20 et 35 cm, le niveau C aux plus profonds dans le tas. Les champignons thermophiles, apparus à 35° et 55°, ne sont pas distingués dans ce tableau, mais ils seront examinés plus loin en détail.

Les modifications du cortège fongique développé sur les prélèvements étagés, à différents stades du compostage, offrent beaucoup d'intérêt. Le tableau des espèces les plus fréquentes met bien en évidence la disparition de nombre d'entre elles, selon le niveau du prélèvement et après chacune des phases de compostage.

Sur le fumier non composté on s'aperçoit que, très vite, le cortège s'amenuise sous la surface du tas. Dès qu'on approche de la zone chaude près de la moitié des espèces a déjà disparu. A l'intérieur du tas, où la température est la plus élevée, on trouve encore, assez curieusement, autant d'espèces que précédemment, mais ce sont surtout des thermophiles et des champignons dont les spores résistent bien à la chaleur, des thermorésistants connus comme concurrents vitaux, tels les ***Chaetomium*** et, à un moindre degré, le ***Myceliophthora lutea*** et le ***Scopulariopsis fimicola.***

Dès la première retourne, le cortège fongique diminue, même dans les prélèvements de surface. La zone intermédiaire est la plus pauvre, surtout occupée par des thermophiles. En profondeur, des thermophiles bien sûr, mais encore des ***Chaetomium*** et le ***Myceliophthora lutea.***

Source : MNHN, Paris

TABLEAU N° 1

Nature des prélèvements	Fumier non composté			Fumier composté									après la F.D.C.
				1re retourne			3e retourne			mise en caisses			
Nombre de prélèvements	5			3			5			5			15
Niveau du prélèvement	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Coprinus fimetarius	5	2	2	3	1	2	5	4	1	5	4	2	2
Ascobolus furfuraceus	2			3			5			3	1		
Ascolanthanus trisporus	2			2			5			4			
Chaetomium cochliodes	1		3										
C. elatum	1		2			1							
C. fimeti	1					1						1	
C. globosum	4	2	5			2			4			2	2
C. olivaceum	2	2	4						3				2
C. thermophile	1						1			1	1		1
C. sp. n° 1	2	1	3			1			4		1	1	1
Guilliermondia saccoboloides							4			3	1		
Podospora curvula	1			1									
Sordaria fimicola	1			1									
Cephalosporium sp.	1			1			2					1	
Myceliophthora lutea	3	2	2		1	1	1				1	1	1
Oedocephalum glomerulosum	1	1	1	2		1				1			
Scopulariopsis brevicaulis	1	1	1				1				1		
Scopulariopsis fimicola	2	1	1					1	1				
Alternaria tenuis	2						1			1			
Humicola grisea var. *thermoidea*	5	2	3	3	3	3	5	4	5	3	4	3	10
H. lanuginosa	2	1			1		1		1	1		1	9
Torula thermophila	5	4	4	3	3	3	5	4	5	5	5	5	15
Graphium sp. n° 2	1	2		1	1	1	1		1	1	1	1	
Stilbella thermophila	2	1		1	2	3	2	4	4	3	3		
Stysanus stemonites	2	5	1	2		2	2	2	3	4	2	2	
Mucor pusillus	3				1		1						
Dictyostelium mucoroides	1						1				1		

Source : MNHN, Paris

Au stade de la troisième retourne les effets d'une sélection importante sont manifestes, la plupart des espèces encore présentes apparaissent comme les mieux adaptées au substrat et aux conditions de vie qui leur sont imposées. Les thermophiles dominent largement. Comme au moment de la première retourne la zone intermédiaire est la moins colonisée, peut-être en raison de l'abondance des Actinomycètes sur les échantillons de ce niveau. Sur les prélèvements de la zone profonde les ***Chaetomium*** se signalent encore par leur présence persistante et leur résistance aux conditions de température.

Au moment de la mise en caisses, qui correspond à une quatrième retourne dans le cas du matériel étudié, la mycoflore des prélèvements de surface offre peu de modifications, par rapport à celle du stade précédent, et l'appétence des organismes qu'on y rencontre se trouve confirmée. La zone intermédiaire semble un peu moins sélective. En profondeur on retrouve les thermophiles, toujours des ***Chaetomium*** et, rencontré une seule fois, le ***Myceliophthora lutea.***

L'examen de la mycoflore encore présente après la F. D. C. démontre les effets rigoureux de cette opération sur le cortège fongique. Encore faut-il préciser que trois des prélèvements étudiés proviennent de composts mal préparés, ou pour lesquels cette ultime opération de compostage ne s'est pas déroulée selon les normes requises. Ce sont justement ces prélèvements qui ont hébergé le *Coprinus fimetarius*, la plupart des ***Chaetomium,*** le ***Myceliophthora lutea*** et le ***Papulaspora byssina.*** Sur l'ensemble des échantillons une flore thermophile, composée de l'association du *Torula thermophila*, de l'*Humicola grisea* var. *thermoidea* et de l'H. *lanuginosa*, colonise tout le substrat et fait preuve d'une adaptation remarquable. Deux formes stériles, indéterminables, manifestement thermophiles, sont également apparues sur le compost ayant subi la F. D. C. L'une, rencontrée six fois, se présente sous forme de colonies mycéliennes blanches, parfois visibles sur le compost sortant de la salle de F. D. C., constituées de filaments très fins et cloisonnés. L'autre, qui ne saurait être assimilée au *Papulaspora byssina*, rencontrée cinq fois dans les prélèvements, développe un mycélium blanchâtre, puis brunâtre, producteur de nombreuses bulbilles.

Source : MNHN, Paris

Autres espèces apparues à 25°

— Sur fumier non composté :

Niveau A : *Coprinus* spp.; *Ascobolus* spp.; *Podospora setosa; Aspergillus* spp.; *Fusarium* spp.; *Penicillium expansum, P.* spp.; *Scopulariopsis repens; Trichoderma viride; Stemphylium botryosum; Mucor saturninus.*

Niveau B : *Aspergillus* spp.; *Penicillium* spp.; *Trichoderma viride; Gliomastix convoluta; Rhizopus niger.*

Niveau C : *Chaetomium indicum, C. murorum; Aspergillus* spp.; *Penicillium expansum, P.* spp.; *Scopulariopsis repens; Verticillium cinnabarinum; Syncephalastrum racemosum.*

— Sur fumier composté, 1er retourne :

A : *Coprinus* spp.; *Tripterospora longicaudata; Harposporium anguillulae.*
B : néant.
C : *Chaetomium murorum; Aspergillus nidulans, A.* spp.

— Sur fumier composté, 3e retourne :

A : *Coprinus* spp.; *Tornla herbarum.*
B : *Aspergillus* spp.; *Penicillium* spp.
C : *Aspergillus* spp.; *Penicillium* spp.

— Sur fumier composté, mise en caisses :

A : *Kernia nitida; Microascus cirrhosus.*

Comme à propos des espèces fréquentes on observe, pour les autres espèces, une diminution du nombre des représentants du cortège, dès qu'on quitte la surface du tas et au fil du déroulement du compostage. Seuls les *Aspergillus* et les *Penicillium* se maintiennent.

Les espèces apparues à 35° et 55°

Ces champignons, qui méritent le qualificatif de « thermophiles », se plaisent dans le compost chaud. Quelques-uns, peu abondants d'ailleurs, disparaissent pendant la F. D. C., alors que d'autres, résistant à cette opération, participent activement à la transformation du fumier ou se comportent en culture comme des concurrents vitaux parfois dangereux. Leur biologie particulière et leur importance dans le processus des fermentations justifient quelques précisions.

Source : MNHN, Paris

Le *Coprinus fimetarius*, l'*Humicola grisea* var. *thermoidea*, le *Torula thermophila* et le *Stilbella thermophila* apparaissent assez souvent sur les échantillons incubés à 25°, mais ils marquent une préférence nette pour la température de 35° où leur développement est bien plus important. Le *Guilliermondia saccoboloides* et le *Mucor pusillus* se manifestent très rarement à 25°, la majorité des observations qui les concernent proviennent d'échantillons incubés à 35°. Le *Chaetomium thermophile* n'est rencontré qu'à cette dernière température. Le ***Myceliophthora lutea*** apparaît le plus souvent à 25°, mais il pousse également à 35° où il ne semble nullement gêné. L'*Humicola lanuginosa* semble incapable de croître sur du fumier incubé à 25°; à 35° sa rencontre n'est pas rare, mais c'est tout particulièrement sur les échantillons et sur le milieu gélosé nutritif, ensemencé de brins de fumier, incubés à 55° qu'il montre le maximum de développement.

5) Champignons apparus sur du compost destiné à la culture traditionnelle

Espèces apparues au stade de la première « retourne » (5 prélèvements)

Les mêmes espèces que sur le compost destiné à la culture en caisses, au stade équivalent, se retrouvent. La seule différence notable concerne une sélection, et un appauvrissement, moins grands dans la mycoflore des échantillons prélevés aux niveaux profonds (B et C).

Espèces apparues au stade du « montage des meules » (compost brassé, 5 prélèvements)

à 25° :

Coprinus fimetarius; Ascobolus furfuraceus; Ascolanthanus trisporus; Chaetomium bostrychodes, C. elatum, ***C. globosum,*** *C. murorum,* ***C. olivaceum,*** *C. thermophile, C.* sp. n° 1; *Arthrobotrys oligospora; Botryotrichum piluliferum;* ***Myceliophthora lutea***; *Scopulariopsis brevicaulis, S.* ***fimicola***; *Alternaria* sp.; *Humicola grisea* var. *thermoidea; Torula herbarum, T. thermophila; Graphium* sp. n° 2; *Stysanus stemonites;* ***Papulaspora byssina***; *Mortierella Bainieri, M. reticulata; Mucor hiemalis, M. mucedo; Dictyostelium mucoroides.*

Source : MNHN, Paris

— à 35° :

Pas de prélèvement soumis à cette température.

Parvenu à un état tel qu'il est jugé apte au développement du mycélium de champignon de couche, donc à un stade équivalent à celui qui a subi la F. D. C., ce compost héberge encore un cortège fongique important. Constitué en grande partie d'espèces qui ne supportent pas la F. D. C., ce cortège renferme aussi des organismes que les fermentations poussées du compost destiné à la culture en caisses font disparaître très tôt. Les concurrents vitaux sont encore nombreux et abondants : ***Chaetomium*** divers, ***Myceliophthora lutea, Scopulariopsis fimicola, Papulaspora byssina.***

L'étude de ces quelques échantillons de compost travaillé selon la méthode traditionnelle fait clairement ressortir les effets du mode de compostage et de la F. D. C. sur la composition du cortège fongique, beaucoup plus réduite dans ce dernier cas.

Comportement des principaux composants du cortège fongique

L'analyse du comportement de chacune des principales espèces qui composent le cortège fongique, au fil du déroulement du compostage, et leur localisation à certains niveaux du tas de fumier en fermentation fournit des renseignements intéressants sur leur biologie.

Le *Coprinus fimetarius* se comporte comme un thermophile, autant par la résistance de son mycélium et de ses spores aux conditions de température rencontrées dans le fumier que par son apparition fréquente sur les échantillons incubés à 35° où il fructifie et produit, souvent en grande quantité, des bulbilles qui semblent bien lui permettre, mieux que ses spores (Renaud Y. et Cailleux R., 1972), de supporter de fortes températures. Cependant, sur les tas de compost, si son mycélium se tient surtout sous la surface, tout près de la zone intermédiaire chaude, à 30°-35°, ses fructifications s'épanouissent sans difficultés dans un air plus frais, à 18°-20°, parfois moins, comme s'il leur suffisait d'avoir la base du stipe seule au chaud.

Rarement observé sur le fumier des échantillons mis en bocaux, l'*Ascobolus furfuraceus* développe volontiers ses apo-

Source : MNHN, Paris

thécies sur le milieu nutritif gélosé, ensemencé de compost, souillé par les bactéries du cortège. Sa localisation à la surface des tas et sa disparition après la F. D. C. semblent indiquer une assez faible résistance à la chaleur.

L'*Ascolanthanus trisporus*, plus fréquent sur le compost préparé pour la culture traditionnelle, montre une adaptation étonnante à un biotope aussi particulier que la surface d'un tas de fumier en pleine fermentation. La pullulation des Acariens et des Nématodes, les vapeurs ammoniacales, ne semblent pas du tout contrarier son développement. Sa localisation, fréquente, sur des brins de fumier continuellement baignés de la vapeur chaude dégagée par la fermentation, pourrait inciter à voir dans ce curieux champignon aux asques trispores (R. CAILLEUX, 1967) un thermophile. Cependant, au laboratoire, il n'apparaît que sur les échantillons incubés à 25°, dans les bocaux et, parfois, sur le milieu nutritif gélosé ensemencé de compost où son mycélium et ses périthèces prolifèrent au sein d'une véritable nappe bactérienne.

Les ***Chaetomium*** se plaisent sur le fumier et sur le compost où ils se développent très bien, à 25°. Leur fréquence un peu plus élevée sur les échantillons prélevés en profondeur peut-elle être interprétée comme la conséquence d'un milieu plus conforme à leurs besoins? Cette conclusion rejoindrait alors les raisons, soupçonnées, de l'apparition massive et nuisible du ***C. globosum*** et du ***C. olivaceum*** sur des composts soumis à certaines conditions de F. D. C., une élévation trop importante, 60°, de la température en particulier. La résistance de leurs spores à la chaleur (Y. RENARD et R. CAILLEUX, 1972) et la présence de formes conidiennes qui assurent encore mieux leur dissémination, chez le ***C. olivaceum*** en particulier, suffisent déjà en grande partie pour expliquer leur présence persistante dans un compost soumis à des températures élevées.

Le *Guilliermondia saccoboloides* a été décrit, par BOUDIER (1904), à partir de matériel rencontré sur crottin de cheval; sa présence sur le fumier non composté n'a donc rien de bien surprenant. Son appétence manifeste pour du compost déjà bien fermenté, en troisième retourne et à la mise en caisses, sur lequel il se développe abondamment alors que sur le fumier non composté sa croissance est très limitée, est plus étonnante. Bien qu'aimant la chaleur, puisqu'il se manifeste surtout à 35° où

Source : MNHN, Paris

ses fructifications, abondantes, parviennent très vite à maturité, il ne semble pas supporter de températures beaucoup plus élevées et se cantonne aux prélèvements de surface.

Le ***Myceliophthora lutea*** se retrouve, depuis la paille et le crottin, à tous les stades de compostage et à des niveaux de prélèvement très variables. Cependant son apparition en culture « en caisses » est exceptionnelle.

L'abondance de l'*Oedocephalum glomerulosum* pourrait bien trouver son explication dans la facilité avec laquelle ses conidies sèches, disséminées et transportées par l'air, peuvent lui faire jouer le rôle de contamination secondaire. Il en va probablement de même avec le *Scopulariopsis brevicaulis* qu'on retrouve encore à la mise en caisses.

Le ***Scopulariopsis fimicola,*** connu sous le nom de « plâtre » en culture traditionnelle où il n'est pas rare, supporte mal le compostage accéléré et disparaît très tôt. Sa présence, rarement constatée, après la F. D. C. ne peut être que la conséquence d'une mauvaise conduite de cette opération ou d'une contamination secondaire.

Le *Stysanus stemonites* fait partie de ces moisissures, abondantes sur les matières en décomposition, extrêmement prolifiques, dont les spores sont très facilement véhiculées par l'air. Son apparition fréquente sur de nombreux échantillons peut être souvent considérée comme une contamination secondaire. Son développement important sur du compost ayant subi la F. D. C. est très rare, mais dans le cas d'envahissement trop lent du compost par le mycélium du champignon de couche il peut prendre une grande extension, en salle d'incubation notamment.

Le *Mucor pusillus,* thermophile reconnu, apparaît surtout dans les boîtes de Pétri, sur le milieu nutritif gélosé ensemencé de fumier, à 35°. Assez fréquent dans le fumier non composté il disparaît ensuite très vite.

Un *Graphium* indéterminé, noté sp. n° 2, développe assez souvent ses têtes conidiennes, noir violacé, sur les échantillons de fumier et de compost, même à un stade avancé du travail, jusqu'à la mise en caisses, et indépendamment du niveau du prélèvement. Bien qu'il se soit montré quelquefois sur des échantillons incubés à 35° et qu'on le retrouve dans des prélèvements effectués en profondeur, sa plus grande fréquence à 25° n'autorise pas à le considérer comme un thermophile.

Source : MNHN, Paris

Le *Stilbella thermophila* Fergus se développe parfois sur le compost incubé à 25°, mais c'est à 35° qu'il se montre le plus souvent; Fergus (1964) situe sa température optimale entre 35° et 50°. Le compost ayant subi plusieurs fermentations semble mieux lui convenir que le fumier non travaillé, où on le trouve cependant. Assez curieusement, si ses spores paraissent résister aux températures élevées dégagées par les fermentations, puisqu'il se développe même sur les prélèvements des niveaux profonds, celles de la F. D. C. leur sont fatales.

Trois espèces, toutes thermophiles mais avec des exigences différentes dans leurs minimum et leurs maximum, se placent largement en tête de la mycoflore classique du compost avant et après la F. D. C. : le *Torula thermophila* Cooney et Emerson, l'*Humicola grisea* Traaen var. *thermoidea* Cooney et Emerson et l'*H. lanuginosa* (Griffon et Maublanc) Bunce. Le *Torula thermophila* est présent sur plus de 95 % de l'ensemble des échantillons examinés. C'est vraiment l'espèce fongique dominante, on le retrouve sur la paille, le fumier non composté, à toutes les phases du compostage, quel que soit le niveau du prélèvement. La F. D. C. lui procure des conditions de développement telles qu'il est alors bien visible sur le compost des caisses. L'*Humicola grisea* var. *thermoidea* semble un peu moins répandu que le *Torula thermophila* bien que ses besoins en chaleur soient moins stricts (Y. Renard et R. Cailleux, 1971). S'agit-il vraiment d'une fréquence moindre de l'espèce ou peut-on admettre que, dans certains cas, des conditions de milieu défavorables ne lui permettent pas d'entrer en compétition avec les autres organismes présents? Quoi qu'il en soit c'est quand même un champignon bien adapté au compost des champignonnières et que favorise la F. D. C. L'*Humicola lanuginosa* pourrait bien confirmer la seconde hypothèse émise à propos de la moindre fréquence de l'*H. grisea* var. *thermoidea*. Assez rare sur les prélèvements de fumier non composté et sur ceux effectués au cours du compostage, l'*H. lanuginosa* affiche une fréquence nettement plus élevée sur les échantillons de compost ayant subi la F. D. C. Le milieu serait-il alors devenu plus propice à son développement? Il est vrai que l'incubation à 55°, étendue à la majorité des échantillons ayant subi la F. D. C., n'a pas été aussi souvent pratiquée pour les autres, alors que c'est le moyen le plus sûr pour mettre en évidence ce champignon qui est le seul à la préférer.

Source : MNHN, Paris

Le *Trichoderma viride* se développe rarement sur le compost, il apparaît surtout sur le milieu gélosé nutritif où sa présence est généralement gênante. A l'égal de quelques autres moisissures très répandues : *Penicillium*, *Aspergillus*, *Stysanus*, etc..., il fait partie de la mycoflore banale de l'humus et des substances en décomposition.

Dans les champignonnières on le rencontre surtout sur le bois des caisses, sur les souches mortes des champignons et parfois sur la terre de gobetage.

La surface des tas, généralement très polluée par les Nématodes, héberge quelques champignons prédateurs, l'*Arthrobotrys oligospora* est le plus fréquent, l'*A. superba* et un *Dactylaria* sp., plus rares, l'*Harposporium anguillulae* rencontré deux fois.

Le *Papulaspora byssina*.

Alors que, sur les tas ou sur les échantillons placés en bocaux et dans les boîtes de Pétri, toutes les autres espèces communes du compost se manifestent avant ou au début du compostage, nous n'avons observé le *Papulaspora byssina* que sur du compost en état d'être ensemencé de « blanc ». En culture traditionnelle, sur les meules, il est loin d'être rare, notamment avant le gobetage. Sur compost soumis à la F. D. C. son apparition est exceptionnelle mais reconnue, que ce soit en bocal sur un échantillon placé à 35° ou en salle d'incubation de champignonnière. Sa culture *in vitro*, facile à réaliser sur différents milieux, ne conduit qu'à un développement mycélien et à la production de bulbilles, sans aboutir à l'obtention d'une autre forme qui permettrait de l'identifier à l'une des espèces reconnues dans le cortège initial, sur fumier non composté. Les cultures pures des différentes espèces fimicoles productrices de bulbilles rencontrées, en particulier de Coprins, n'autorisent à aucun rapprochement et le plus étrange, chez le *P. byssina*, réside dans sa brusque apparition à la fin du compostage, sans aucun lien apparent, même le plus ténu, avec un membre du cortège initial.

Le « Confetti ».

Souvent accompagné de deux autres champignons aux colonies verdâtres, un *Myceliophthora* sp. (= *Chrysosporium*) et un *Sepedonium* sp., assimilé, à tort selon nous, à une forme parti-

Source : MNHN, Paris

culière du *Myceliophthora lutea* par C. Allard (1961), cet organisme, dénommé « Confetti » par les praticiens en raison des colonies lenticulaires qu'il développe dans le compost, est plus fréquent en culture traditionnelle qu'en culture sur fumier ayant subi la F. D. C. Sa présence se décèle généralement au moment de l'apparition des premiers champignons; leur poussée est ralentie puis la production cesse presque complètement. Le compost apparaît bien envahi par le « blanc », mais constellé de ces colonies poudreuses, crème à brun clair, auxquelles l'affection doit son nom.

Un phénomène biologique très curieux distingue l'organisme responsable du « Confetti ». Il n'apparaît jamais sur du compost non envahi par le mycélium du champignon de couche dont les filaments, enrobés par le parasite, ne semblent pas trop souffrir, mais sont atteints dans leurs fonctions reproductrices puisque la fructification est perturbée ou supprimée. D'autre part, certaines races de champignon de couche sont plus ou moins sensibles, ou résistantes, à ses attaques.

Les très nombreux échantillons de compost que nous avons examiné, à des fins diverses et autres que celles de l'étude présentée plus haut, nous ont permis de déceler la présence du « Confetti » dans des cultures géographiquement très éparses. Certains secteurs du Val de Loire, où il est responsable de très gros dégâts, sont certainement les plus touchés, mais nous l'avons aussi rencontré sur des échantillons originaires de l'Aisne, de l'Oise, de la région parisienne, du Centre et du Bordelais, où sa présence passe généralement inaperçue parce qu'il ne prend pas une grande extension, encore que, dans ces régions, il nous ait été donné de voir des cultures sévèrement atteintes. Il est également signalé, sur fumier ayant subi la F. D. C., en Angleterre, au Danemark, en Hollande et aux Etats-Unis, sous le nom de Mat Disease.

En dehors des échantillons où le « Confetti » s'était développé dans les cultures, en cave, nous l'avons également observé sur des prélèvements de fumier non composté et de composts à divers stades, y compris celui suivant la F. D. C., mais seulement après ensemencement et développement du mycélium de races de champignon de couche reconnues sensibles, au laboratoire et à l'abri de toute contamination éventuelle. Suivis en culture, jusqu'à la fin de la récolte, certains planchers correspondant aux échantillons porteurs du parasite ont été atteints par le

Source : MNHN, Paris

« Confetti » ; d'autres, les plus nombreux, sont demeurés indemnes de cette affection.

Ces observations et ces expériences nous ont apporté la preuve que l'agent responsable du « Confetti » peut être présent dans le fumier frais et tout au long du compostage, mais que certaines conditions encore inconnues, liées à la présence du champignon de couche, sont nécessaires pour provoquer son développement intensif et néfaste dans les cultures.

Conclusion

L'analyse du cortège fongique, développé sur le fumier et pendant son compostage, met clairement en évidence le rôle joué par les fermentations exothermiques sur la composition de ce cortège, dont l'importance diminue très vite. Les espèces qui subsistent font preuve d'une adaptation remarquable à ce milieu, bien spécial, que constitue le compost destiné à la culture du champignon de couche.

Si la surface des tas offre un refuge à bon nombre d'organismes, certains champignons y trouvent des conditions très favorables à leur développement. La zone intermédiaire est souvent la plus pauvre en espèces fongiques, mais elle est aussi le siege d'une intense activité des Actinomycètes. En profondeur, dans les régions les plus chaudes du tas, seuls subsistent des organismes dont les spores sont capables de résister aux fortes températures qui y règnent. A la fin du compostage, après la F. D. C., le cortège fongique est extrêmement réduit, surtout composé de quelques espèces dont le métabolisme semble conduire à une transformation du compost bénéfique au champignon de couche (W. A. Hayes, 1969). Pris en considération, à propos d'autres espèces, les effets de ce métabolisme pourraient expliquer certaines inégalités du cortège où l'absence curieuse de quelques espèces serait la conséquence des différences de composition du milieu.

La comparaison des cortèges fongiques développés, pendant le compostage, sur le substrat préparé selon la méthode traditionnelle et sur celui destiné à la culture « en caisses », fait nettement ressortir les répercussions d'un travail rapide, au cours duquel les parties superficielles du tas restent peu de temps en place, sur la mycoflore.

Source : MNHN, Paris

Cette étude montre également que la plupart des concurrents vitaux du champignon de couche, présents sur le fumier non composté, font preuve d'une résistance particulière et se maintiennent dans le compost tout au long des phases de travail. Si la F. D. C. permet généralement de les éliminer, il suffit cependant de circonstances légèrement anormales pour qu'ils soient épargnés et capables de réapparaître dans le compost après cette opération.

L'exposé sommaire de nos recherches sur le parasite appelé « Confetti », interrompues en raison du manque de collaboration incompréhensible des intéressés, démontre sa présence au sein du cortège initial, dans le fumier non composté, et sa persistance jusqu'à la fin du compostage; étroitement inféodé au mycélium de champignon de couche il n'apparaît qu'en présence de celui-ci.

(Laboratoire de Cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle, 12 rue de Buffon, 75 005 - Paris.)

BIBLIOGRAPHIE

(outre les ouvrages généraux de mycologie permettant l'identification des espèces citées)

ALLARD C.-1961. — Sur les Mycelioplhthora du champignon de couche (*Psalliota hortensis* Cooke). *Ann. Epiphyties*, 12, 3, p. 263-291.

BOUDIER E.-1904. — Sur un nouveau genre et une nouvelle espèce de Myriangiacées, le *Guilliermondia saccoboloides*. *Bull. Soc. Myc. Fr.*, 20, p. 1-4.

CAILLEUX R.-1967. — Un Pyrénomycète fimicole aux asques trispores. *C. R. Acad. Sc. Paris*, Série D, t. 265, p. 1 471-1 474.

FERGUS C. L.-1964. — Thermophilic and thermotolerant molds and Actinomycetes of mushroom compost during peak heating. *Mycologia*, 54, p. 267-284.

HAYES W. A.-1969. — Microbiological changes in composting wheat straw horse manure mixtures. *Mushr. Sci.*, VII, p. 173-186.

RENARD Y. et CAILLEUX R.-1972. — Contribution à l'étude des microorganismes du compost destiné à la culture du champignon de couche. *Rev. de Mycol.*, XXXVII, 1-2, p. 36-47.

Source : MNHN, Paris

Contribution à l'étude des microorganismes du compost destiné à la culture du champignon de couche

Par Y. RENARD et R. CAILLEUX (Paris).

■

Les fermentations subies par le compost destiné à la culture du champignon de couche, et tout particulièrement l'opération finale de fermentation dirigée et contrôlée (F.D.C.), entraînent une sélection sévère des espèces qui constituent le cortège fongique présent au départ, sur le fumier non travaillé (R. CAILLEUX, 1972). A la fin du compostage seuls des organismes thermophiles et thermorésistants demeurent vivants; certains sont considérés comme bénéfiques à la croissance et à la fructification du champignon de couche, d'autres, plus rares et capables de profiter de conditions de compostage défectueuses, peuvent se comporter en concurrents vitaux très agressifs. Quelques chercheurs se sont intéressés au rôle de ces organismes, EASTWOOD D. J. (1952), RENOUX-BLONDEAU H. (1959), LABORDE J., DELMAS J. et d'HARDEMARE G. (1960), BELS-KONING H. C., GERRITS J. P. G. et VAANDRAGER M. H. (1962), POPE S., KNAUST H. et KNAUST K. (1962), FERGUS C. L. (1964), YUNG CHANG (1967), HAYES W. A. (1969), STANÉK M. (1969), mais dans leurs résultats la part qui revient à chacun d'entre eux, pris isolément, est rarement faite. Dans la présente note, basée en grande partie sur des recherches déjà anciennes (1), nous avons voulu mettre l'accent sur le comportement propre à chacune des espèces envisagées et sur leur influence, in vitro, à l'égard du champignon de couche.

---

(1) Mémoire de fin d'études de l'E. N. S. A. R. présenté par l'un de nous (Y. R.), en 1964.

Source : MNHN, Paris

Matériel et méthodes

Origine, techniques utilisées

Les organismes étudiés ont été isolés de compost prélevé immédiatement après la F.D.C. dans une exploitation de la région parisienne, ayant subi quatre retournes espacées de trois jours et une F.D.C. de 50 à 70 heures.

Le milieu à la maltéa Moser à 1 %, gélosé à 2 %, assure le développement convenable de tous les organismes rencontrés, nous l'avons largement utilisé pour les isolements, les purifications et les expériences. Pour l'identification des Actinomycètes et des Bactéries nous avons eu recours aux milieux tests généralement utilisés à cette fin. Les expériences destinées à la recherche de l'influence des organismes isolés sur la croissance du mycélium de champignon de couche ont été conduites sur milieu de maltéa Moser à 1 %, gélosé à 2 %, en boîtes de Pétri et, afin de disposer d'un milieu naturel riche en cellulose, sur de la paille de blé; celle-ci, broyée, trempée 12 heures, égouttée, répartie en Erlenmeyers de 500 cc selon une épaisseur de 4 cm étant soigneusement stérilisée à l'autoclave, à 125°, pendant 2 heures.

La méthode qui consiste à déposer quelques brins de fumier sur le milieu de culture, en boîte de Pétri, est surtout favorable à l'isolement des champignons à croissance rapide; pour la mise en évidence des Actinomycètes et des Bactéries, nous lui avons préféré celle des dilutions qui permet de mieux séparer les colonies. Afin de respecter les exigences thermiques optimales des espèces présentes sur le compost, et pour faciliter leur apparition, nous avons réparti les séries d'isolements à trois températures d'incubation : 25°, 35° et 55°. En général, trois à quatre repiquages successifs ont suffi pour assurer la pureté des souches isolées.

Organismes étudiés

1) Champignons généralement présents sur le compost après la F.D.C. : *Humicola grisea* Traaen var. *thermoidea* Cooney et Emerson, *Humicola lanuginosa* (Griffon et Maublanc) Bunce, *Torula thermophila* Cooney et Emerson.
2) Champignons dont la présence dans le compost après la F.D.C. peut être considérée comme accidentelle : *Coprinus fimetarius* Ricken, *Chaetomium globosum* Kunze, *Chaetomium olivaceum* Cooke et Ellis.

Source : MNHN, Paris

3) Actinomycètes : deux espèces apparues à 55°, que nous n'avons pas pu identifier, ont retenu notre attention. Leurs caractères essentiels se résument ainsi :

ACTINOMYCÈTE I

a) sur gélose à la maltéa à 1 % :

— à 45°, température optimale, apparaît après 24 h sous forme de petites colonies translucides de 1 mm de diamètre, croît rapidement et, le troisième jour, présente des colonies circulaires, boursouflées, protubérantes, au centre.

— à 55° et à 35°, croissance encore satisfaisante, mais ne pousse pratiquement plus à 25°.

b) tests d'identification : (v. ci-dessous, l. n° 1).

ACTINOMYCÈTE II

a) sur gélose à la maltéa à 1 % :

— à 45°, température optimale, apparaît après 24 h sous forme de colonies blanches, poudreuses, superficielles, zonées, étalées.

— se développe bien à 55° et à 35° mais ne pousse pratiquement plus à 25°.

b) tests d'identification : (v. ci-dessous, l. n° 1).

TABLEAU N° 1. — Tests d'identification des Actinomycètes

Caractères	Actinomycète I	Actinomycète II
Gram	+	+
Aérobie	+	+
Acidité avec glucose	—	—
Acidité avec lactose	—	—
Indol	—	—
Acétyl-Méthyl-Carbinol	+ (peu net)	+
Citrates	—	—
Nitrites	+	+
Ammoniac	—	+
S H 2	—	—
Gazéifiant	—	—

Source : MNHN, Paris

4) Bactéries : nous avons retenu deux Bacilles qui se sont régulièrement, et le plus souvent, manifestés dans les isolements soumis à la température de 55°. Les souches utilisées répondaient aux caractéristiques suivantes :

BACILLE A

— Sur gélose inclinée, à 45°, voile crémeux plissé, aux contours en palmettes, recouvrant toute la surface du milieu en 24 heures.

— Sur pomme de terre, couche ridée, de teinte crème après 24 heures à 45°, puis multiplication des rides et apparition de petites protubérances.

— Sur bouillon, voile crémeux au bout de 24 heures, avec un léger trouble du bouillon; le voile tombe après 48 heures.

— En gélose profonde, développement uniquement superficiel, crémeux, en rosace.

— Bâtonnets (0,9-1 × 4-5, 7 μ) isolés ou en chaînes plus ou moins longues; bacilles isolés très mobiles, aux mouvements plus lents en chaînes. Sporulation très rapide, après 8 heures à 45°; spores centrales ou paracentrales, sphériques (0,8-0,9 μ) ou, souvent, elliptiques (0,6-0,7 × 1-1,2 μ).

— Tests d'identification ci-dessous (t. n° 2).

BACILLE B

— Sur gélose inclinée, à 45°, couche crémeuse, grumeleuse, lobée sur les bords, blanchâtre, rouge brique au centre, très extensive.

— Sur pomme de terre, culture boursouflée, rosée, puis marron clair, avec exsudats.

— Sur bouillon, pellicule mince, en surface, assez ferme, légèrement fripée, rosée.

— En gélose profonde, voile superficiel bien développé légèrement crémeux, blanchâtre-rosé; en profondeur, colonies ponctiformes légèrement floconneuses.

— Bâtonnets (0,6-0,8 × 2,5 μ) isolés ou en chaînes, formes filamenteuses (0,6-0,7 × 15-30 μ); bacilles très mobiles. Spores ovoïdes, cylindriques à bout arrondi, épaisses (0,9-1 × 1-1,5 μ), à position variable.

— Tests d'identification ci-dessous (t. n° 2).

Source : MNHN, Paris

TABLEAU N° II. — Tests d'identification des Bacilles

Caractères d'identification	Bacille A	Bacille B
Gram	+	+
Catalase	+	+
Mobilité	+	+
Aérobie	+	+ facultatif
Acidité avec glucose	—	—
Acidité avec lactose	—	—
Indol	—	—
Acétyl-Méthyl-Carbinol	+	+
Citrates	+ (3 j)	+ (5 j, peu net)
Nitrites	+	+
Ammoniac	+	+
S H 2	—	—
Gazéiflant	—	+

Recherche de la température optimale de croissance et de la température léthale des organismes étudiés

Dans un article maintenant ancien, consacré à la description d'un nouveau moyen de culture du champignon de couche qui devait d'ailleurs déboucher sur la F.D.C. telle qu'elle est pratiquée actuellement, LAMBERT E. B. et AYERS T. T. (1952) signalent que ce procédé permet un meilleur contrôle des parasites et que, lors de son déroulement, les températures admises sont particulièrement favorables à la croissance de certains champignons présents dans le compost : 35° à 37°5 pour des Coprins spp., 40° à 48° C pour un *Torula sp.* (qu'on peut aujourd'hui assimiler au *Torula thermophila*), 51°5 à 60° C pour des Actinomycètes spp. Selon ces auteurs, à 65°5 C, il n'y a plus de croissance fongique, mais après une brève exposition du compost à cette température des *Chaetomium* apparaissent souvent quand celui-ci est refroidi. BELS-KONING H. C., GERRITS J. P. G. et VAANDRAGEN M. H. (1962); FERGUS C. L. (1964); HAYES W. A. (1969); ainsi que COONEY et EMERSON (1964), ont également recherché les températures optimales de croissance des organismes qu'ils ont étudiés.

Source : MNHN, Paris

A propos des champignons thermophiles que nous avons le plus souvent rencontrés après la F.D.C. nos résultats concordent avec ceux des auteurs précédemment cités. L'*Humicola grisea* var. *thermoidea* et le *Torula thermophila* se plaisent particulièrement entre 35 et 45°; l'*Humicola lanuginosa* est plus exigeant et demande une température de 45 à 50° pour se développer pleinement. Les spores de ces espèces ne germent pas à 60°, mais elles ne sont pas tuées par un séjour de cinq jours à cette température. A 13° l'*Humicola grisea* var. *thermoidea* et le *Torula thermophila* sont capables de manifester une activité, mais extrêmement réduite. A 22-25° l'*Humicola grisea* var. *thermoidea* pousse assez bien, le *Torula thermophila* nettement moins. L'*Humicola lanuginosa* ne commence à se développer que vers 25-30°, mais à ces températures sa croissance est très lente.

Les deux Actinomycètes, n° 1 et 2, sont identiques dans leur comportement. Leur température optimale de croissance se situe vers 45°, ils se développent encore bien à 35° et à 55°, mais se refusent à toute activité à 22°.

Les Bacilles A et B affichent un optimum thermique de croissance compris entre 35 et 45°; à 25° leur développement est extrêmement lent, à 55° il est encore relativement bon.

Les exigences thermiques des autres espèces sont moindres et, en tant que concurrents vitaux, c'est la température léthale de leurs spores qui est la plus intéressante à connaître pour expliquer leur présence sur le compost après la F.D.C. Lambert E. B. et Ayers T. T. (1967) se sont déjà penchés sur ce problème en vérifiant la température léthale des spores de bon nombre d'espèces présentes sur le compost. Selon ces auteurs les spores de *Verticillium spp.*, de *Mycogone perniciosa*, de *Scopulariopsis fimicola*, le *Pseudomonas Tolasii*, l'agent de la « mummy disease », sont tués après une exposition de 4 heures à la température de 54°, en atmosphère humide; le *Papulaspora byssina*, le *Chaetomium olivaceum*, le *Trichoderma viride*, un *Sporotrichum sp.*, ne sont éliminés qu'après un séjour de 16 heures à la température de 54° ou de 6 heures à 60°; les spores du *Pseudobalsamia microspora* résistent jusqu'à 82° où une exposition de 5 h est nécessaire pour les tuer. En atmosphère sèche une élévation de 5 à 10° est indispensable pour parvenir au même résultat.

Dans nos essais, *in vitro* sur milieu nutritif gélosé, le *Coprinus fimetarius* a montré un optimum de développement, mycélium

Source : MNHN, Paris

et fructification, à 30-35°; une température de 45° n'empêche ni la germination des spores, ni la croissance mycélienne, qui sont cependant notablement réduites. Les spores de ce champignon soumises à la température de 55° pendant 48 heures sont tuées, mais les bulbilles formées par le mycélium sont capables de résister à de telles conditions.

Les deux espèces de *Chaetomium* étudiées, le *C. olivaceum* et le *C. globosum*, ont sensiblement les mêmes exigences avec une température optimale de 35°; à 13° leur croissance est très lente, à 45° elle est nulle, mais les spores ne sont pas tuées; pour atteindre ce but il faut les soumettre à 55° pendant au moins 48 heures, le *C. globosum* se montrant parfois un peu plus sensible que le *C. olivaceum*.

Il ressort de ces observations que l'*Humicola grisea* var. *thermoidea* et le *Torula thermophila* sont surtout actifs au début de la F.D.C., pendant la phase de montée en température du compost, alors que l'*Humicola lanuginosa* préfère certainement la phase où la température est à son maximum, normalement voisine de 55°. L'*Humicola grisea* var. *thermoidea* est capable de poursuivre son développement, d'une façon notable, à une température qui correspond à celle entretenue dans les salles d'incubation, 24°, où sont entreposées les caisses de compost ensemencées de mycélium de champignon de couche; le *Torula thermophila* ne doit plus guère se développer beaucoup à ce stade de la culture et l'*Humicola lanuginosa* pas du tout.

L'activité maximale des Actinomycètes dans le compost semble se situer vers la fin de la montée en température et se poursuivre, mais plus lentement, pendant la période la plus longue de la F.D.C. A propos des Bactéries, une extrapolation des résultats enregistrés, *in vitro*, sur leur comportement pendant la F.D.C., en conditions beaucoup plus complexes, nous paraît trop délicate pour être tentée.

Influence des microorganismes étudiés sur la croissance du mycélium de champignon de couche

En pratique le mycélium du champignon de couche, le « blanc », est ensemencé sur un compost où des organismes divers ont déjà proliféré et le tout est placé à 22°-24°, température optimale d'incubation. C'est alors que ce mycélium se trouve confronté avec d'autres espèces vivantes, peu ou non

Source : MNHN, Paris

actives s'il s'agit de thermophiles, ou capables d'une activité intense s'il s'agit de compétiteurs. Il doit donc se développer sur un milieu transformé par certains organismes qui ont pu y laisser les traces de leur activité, bénéfiques ou contraires, et où d'autres peuvent lui disputer la priorité. Cette constatation nous a incité, pour aboutir à des résultats valables dans les conditions de température favorables au champignon de couche, à laisser les organismes thermophiles se développer, partiellement ou entièrement, sur le milieu, à leur température optimale, avant l'ensemencement de « blanc »; par contre, les organismes non thermophiles ont été ensemencés en même temps que le « blanc ».

La première partie de l'expérience, qui visait surtout à une confrontation du mycélium de champignon de couche vis-à-vis des organismes isolés du compost, a été réalisée sur milieu nutritif à la Maltéa, à 1 % gélosé, en boîtes de Pétri; l'ensemencement du « blanc » étant effectué sur des boîtes déjà envahies au tiers pour les champignons thermophiles, préalablement incubés à leur température optimale, et simultanément pour les autres.

Dans ces conditions la croissance du mycélium du champignon de couche s'arrête en bordure de la colonie d'*Humicola grisea* var. *thermoidea*, sans zone d'inhibition nette, mais sans interpénétration; l'*Humicola grisea* var. *thermoidea* ne se laisse pas envahir par le « blanc » dont il arrête le développement, même dans les conditions de température de l'expérience qui ne lui sont pas particulièrement favorables.

Arrivé à proximité de la colonie formée par l'*Humicola lanuginosa* le mycélium du champignon de couche ralentit sa progression, puis l'arrête, une étroite zone d'inhibition est alors observée; le comportement de l'*Humicola lanuginosa* est, nettement, celui d'un antagoniste.

En présence du *Torula thermophila* le mycélium du champignon de couche se développe normalement, pénètre la colonie déjà établie et la recouvre entièrement. S'il est difficile, dans ces conditions, de se prononcer sur un effet favorable du *Torula thermophila*, il apparaît, en tout cas, comme un organisme inoffensif à l'égard du « blanc ».

Les confrontations mycéliennes du champignon de couche, du *Coprinus fimetarius*, du *Chaetomium globosum* et du *C. olivaceum*, ne révèlent aucune inhibition. Arrivés en contact, les

Source : MNHN, Paris

filaments de ces diverses espèces s'entremêlent avec ceux du « blanc » sans aucune gêne apparente.

Dans la seconde partie de l'expérience nous avons voulu juger de l'aptitude du mycélium de champignon de couche à coloniser un milieu, ici de la paille stérilisée, déjà occupé par les micro-organismes considérés. A cette fin nous avons préalablement mis chacun des organismes ensemencés à incuber à sa température optimale jusqu'à complet envahissement du substrat et procédé, ensuite, à l'inoculation de « blanc » préparé sur compost stérile, les fioles de culture étant alors placées à la température de 22°-24°.

Sur le substrat colonisé par l'*Humicola grisea* var. *thermoidea*, d'une part, et par l'*H. lanuginosa*, d'autre part, le mycélium du champignon de couche se développe très faiblement autour de l'inoculum, puis sa progression s'arrête rapidement. On trouve ici la confirmation des observations faites sur milieu gélosé, qui laissaient supposer un effet plus ou moins néfaste de ces deux champignons thermophiles.

Le développement préalable du *Torula thermophila*, sur un support tel que la paille, favorise la croissance mycélienne du champignon de couche, nettement plus rapide alors que sur le témoin. Dans ces conditions le *Torula thermophila* exerce une action bénéfique à l'égard du « blanc »; action déjà soupçonnée par Lambert et Ayers (1952), pour qui la présence d'un *Torula sp.* (plus tard identifié au *T. thermophila*) semble être associée aux hauts rendements, et démontrée par Bels-Koning et all. (1962).

La présence du *Chaetomium globosum* et du *C. olivaceum* provoque un ralentissement du développement mycélien du champignon de couche qui finit par coloniser le substrat, mais avec un net retard sur le témoin. Le *C. olivaceum* semble un peu plus gênant que le *C. globosum*, peut-être en raison de l'abondance particulière de son mycélium.

Sur la paille stérilisée le mycélium du *Coprinus fimetarius*, qui se montre très vigoureux et fructifie, ne permet pratiquement pas à celui du champignon de couche de se développer.

Les Actinomycètes étudiés se développent très difficilement, seuls, sur la paille stérile; pour parvenir à des résultats valables nous avons été conduits à leur ajouter les deux Bacilles et à inoculer le mycélium du champignon de couche après avoir laissé ces cultures mixtes incuber pendant 8 jours à 45°. Dans

Source : MNHN, Paris

ces conditions les diverses combinaisons réalisées, Actinomycète 1 + les deux Bacilles, Actinomycète 2 + les deux Bacilles, Actinomycètes 1 et 2 + les deux Bacilles, conduisent toutes à une amélioration du développement mycélien du champignon de couche.

Après ensemencement de la paille avec les 2 Bacilles et incubation de 8 jours à 45°, l'inoculation de mycélium du champignon de couche conduit à un développement de ce dernier au moins égal à celui enregistré dans le témoin.

Quelques cultures mixtes, ensemencées de tous les organismes précédemment cités, incubées pendant 4 jours à 35°, ensuite inoculées de mycélium du champignon de couche, n'ont permis qu'un développement très médiocre, et même parfois nul, du « blanc », qui pourrait bien être imputé à l'*Humicola grisea* var. *thermoidea*, toujours prédominant sur les autres espèces dans ces cultures.

Conclusions

D'après les expériences précédentes il apparaît que les spores du *Coprinus fimetarius* ne devraient pas résister aux températures de la F.D.C. L'apparition, d'ailleurs assez rare, de Coprins après cette opération ne peut être que la conséquence de conditions telles que leurs spores échappent aux effets de la chaleur, à la suite d'une défaillance dans la conduite de la F.D.C., ou, le plus souvent, parce qu'elles trouvent un abri au sein de grosses mottes de compost à l'intérieur desquelles la température requise n'est pas atteinte.

Le danger est plus grand avec les *Chaetomium globosum* et *olivaceum* dont les spores ne sont tuées qu'après une exposition de 48 heures à 55°, *in vitro*, délais limites de la F.D.C. dans certains cas. Danger aggravé dans la pratique par le fait que, pour des raisons encore inconnues, une élévation de la température de compostage, qui ne tue certainement pas toutes les spores, provoque une transformation telle du compost qu'il devient un milieu idéal pour le développement de ces deux espèces de *Chaetomium*.

Le comportement du mycélium du champignon de couche devant des champignons considérés, à juste titre, comme concurrents vitaux n'a rien de très curieux et confirme sa résistance, somme toute assez grande, à leur égard.

Source : MNHN, Paris

L'influence des champignons thermophiles est plus surprenante; nous l'avons jugée, d'une part sur un milieu artificiel théoriquement convenable à toutes les espèces envisagées, d'autre part sur un support brut, peu favorable au mycélium de champignon de couche, mais que les organismes étudiés contribuent théoriquement à améliorer. Dans les deux cas l'*Humicola grisea* var. *thermoidea* et l'*H. lanuginosa*, moins fréquent dans le compost que le précédent, se sont montrés hostiles à la croissance du « blanc », alors que le développement préalable du *Torula thermophila* sur le support pailleux a eu un effet bénéfique manifeste, de même que celui des cultures mixtes d'Actinomycètes et de Bactéries.

On sait que les organismes thermophiles présents dans le compost forment un ensemble biologique d'une grande importance pour son élaboration, mais on connaît mal leur rôle précis, leurs influences réciproques, les apports de leur métabolisme à la nutrition du champignon de couche par l'intermédiaire du support qu'ils ont transformé; pour parvenir à cette fin une identification aussi précise que possible de ceux-ci est nécessaire, afin de pallier, au moins en partie, les inexactitudes presque inévitables dans l'étude d'un matériau aussi complexe et difficile que le compost en fermentation. Des jugements portés sur des groupements, sans tenir compte de l'absence ou de la dominance d'une espèce, risquent fort d'être faussés; le cas de l'*Humicola grisea* var. *thermoidea*, de l'*H. lanuginosa*, du *Torula thermophila*, parfois réunis sous l'appellation de « champignons thermophiles » sans distinction d'espèce, alors que dans nos expériences les deux premiers révèlent une influence néfaste et le troisième une influence bénéfique, le prouve. D'autre part il ne faut pas oublier que ce compost en fermentation peut être considéré comme un milieu en constante évolution où la moindre modification entraîne souvent des transformations parfois délicates à apprécier.

BIBLIOGRAPHIE

Bels-Koning H. C., Gerrits J. P. G. et Vaandrager M. H.-1962. — Some fungi appearing towards the end of composting. *Mushr. Sci.* V, 165-169.

Cailleux R.-1972. — Mycoflore du compost destiné à la culture du champignon de couche. *Rev. de Mycol.*, XXXVII, 1-2, 14-35.

Source : MNHN, Paris

COONEY D. G. et EMERSON R.-1964. — Thermophilic fungi. W. H. Freeman Publ. Co., San Francisco.

EASTWOOD D. J.-1952. — The fungus flora of composts. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 35, 215-220.

FERGUS C. L.-1964. — Thermophilic and thermotolerant molds and actinomycetes of mushroom compost during peak heating. *Mycologia*, LVI, 267-284.

HAYES W. A.-1969. — Microbiological changes in composting wheat straw horse manure mixtures. *Mushr. Sci.* VII, 173-186.

LABORDE J., DELMAS J. et d'HARDEMARE G.-1969. — Note préliminaire sur quelques aspects de l'équilibre microbiologique des composts.

LAMBERT E. B. et AYERS T.T.-1952. — An improved system of mushroom culture for better control of diseases. *Plant. Dis. Report*, 36, 261-268.

LAMBERT E. B. et AYERS T. T.-1957. — Thermal death times for some pests of cultivated mushroom. *Plant. Dis. Report*, 41, 348-353.

POPE S., KNAUST H. et KNAUST K.-1962. — Production of compost by thermophilic fungi. *Mushr. Sci* V, 123-126.

RENOUX-BLONDEAU H.-1959. — Etude de certains Actinomycètes se développant au cours de la « pasteurisation » du fumier. Leur action sur le développement ultérieur du champignon de couche. *Mushr. Sci.* IV : 153-175.

STANEK M.-1969. — Effect of cellulose-decomposing microorganisms on the growth of mushrooms. *Mushr. Sci.*, VII : 161-172.

YUNG CHANG-1967. — The fungi of wheat straw compost. II. Biochemical and physiological studies. *Trans. Br. mycol. Soc.* 50, 667-677.

YUNG CHANG et HUDSON H. J.-1967. — The fungi of wheat straw compost. I. Ecological studies. *Trans. Br. mycol. Soc.* 50 : 649-666.

Source : MNHN, Paris

Variation du contenu pigmentaire de Sporidiobolus johnsonii (Sporobolomycétacées) sous l'influence de divers facteurs de milieu

Par J.-L. FIASSON, M. TROUILLOUD et A. GRANGE (Villeurbanne). (*)

■

Introduction.

Si l'élaboration d'une Systématique détaillée de certains groupes de Levures à partir de leur contenu en pigments caroténoïdes est déjà assez ancienne (HASEGAWA et *al.*, 1959, 1960), certains auteurs ont fait des restrictions quant à l'intérêt au moins pratique de ce caractère (p. ex. PHAFF et AHEARN, 1970) en raison de la variabilité et de la sensibilité aux conditions de culture qu'il présente chez un certain nombre de micromycètes (GOODWIN, 1952; HAXO, 1955; MASE, 1957, 1958; SIMPSON et *al.*, 1964; FOPPEN, 1969). Ayant pour notre part analysé, dans une optique chimiotaxinomique, le contenu pigmentaire de *Sporidiobolus johnsonii* Nyl. (FIASSON, 1967, 1968) il nous a paru intéressant d'étudier les variations de cette pigmentogenèse en fonction de divers facteurs de milieu, afin d'en estimer la stabilité et donc la validité taxinomique.

La coloration de *Sporidiobolus johnsonii* est le fait d'un mélange de caroténoïdes où prédomine la torularhodine (FIASSON, 1967); nous nous sommes spécialement attachés ici à la caractérisation de ce dernier pigment, aboutissement de distribution très restreinte d'une chaîne métabolique particulière, pouvant être considéré de ce fait comme un excellent indicateur taxinomique. Nous avons par ailleurs étudié plus précisément, dans chaque cas, l'influence du facteur lumineux, connu pour être souvent déterminant dans la pigmentation des cultures fongiques (CARLILE, 1965).

(*) Laboratoire de Mycologie associé au C.N.R.S., Département de Biologie végétale, Université Claude Bernard, Service de Phytochimie et Phytophysiologie, 43, Bd. du 11 Nov. 1918, 69-Villeurbanne.

Source : MNHN, Paris

Matériel et méthodes.

1) *Microorganisme et culture.* — La souche étudiée (LY 1 309) provient du *Centraalbureau voor Schimmelcultures* des Pays-Bas. Nous avons opté pour la culture sur milieu gélosé en boîte de Pétri, plus commode et fournissant un rendement plus élevé en pigments que la culture en milieu liquide; dans cette dernière, par contre, les conditions d'éclairement et de nutrition sont plus homogènes, mais une telle précision, indispensable sans doute pour des études physiologiques plus approfondies, ne répondait pas à l'esprit de ce premier travail.

Les cultures-mères sont conservées sur touraillons gélosés, à 4° C. Une fraction (environ 5 mm^3) en est prélevée et transférée dans un erlen de 250 cm^3 contenant 100 cm^3 du milieu suivant : glycérol, 10 g; extrait de levure, 5 g; KH_2PO_4, 1g; H_2O q.s.p. 1 l. Après 5 jours de croissance à l'ambiante sur plateau agité (agitation circulaire, 150 rotations par minute) et à l'obscurité (double couche de feuille d'aluminium), une aliquote de cette préculture est diluée 10 fois par de l'eau physiologique stérile (NaCl 9 ‰) ; cette suspension diluée sert à ensemencer le milieu gélosé, à raison de 0,5 cm^3 par boîte de Pétri.

Pour les expériences mettant en jeu une longue durée de croissance (essais de différents milieux, températures ou pH, utilisation de filtres colorés en gélatine), la moitié des boîtes de Pétri est aussitôt placée en éclairement continu, dans les conditions précisées ci-dessous; la deuxième fraction est conservée à l'obscurité absolue, dans la même enceinte. Dans le cas des essais quantitatifs d'éclairement, ainsi que pour les expériences d'illumination sous filtres interférentiels, toutes les cultures sont d'abord laissées 72 heures à l'obscurité, puis une partie d'entre elles est soumise à l'action d'une phase lumineuse de durée et de nature précisées dans chaque cas, et enfin replacée à l'obscurité 24 heures, sauf indication spéciale; la température est alors dans tous les cas de 22° C.

Quatre milieux solides ont été utilisés dans cette étude, tous contenant, par litre, 20 g de gélose; ils sont constitués par ailleurs de :

— *milieu a :* glucose, 10 g; extrait de malt, 7 g; KH_2PO_4, 1 g; $MgSO_4$, 7 H_2O, 0,5 g; $(NH_4)_2SO_4$, 0,5 g;

Source : MNHN, Paris

— *milieu A :* glucose, 40 g; extrait de malt, 10 g; amidon soluble, 10 g; citrate de Na, 1 g; tyrosine, 8 g; KH_2PO_4, 2 g; $MgSO_4$, 7 H_2O, 1 g; $(NH_4)_2SO_4$, 1 g;
— *milieu b :* glycérol, 10 g; extrait de levure, 5 g; KH_2PO_4, 0,77 g; K_2HPO_4, 0,18 g;
— *milieu B :* glycérol, 20 g; extrait de levure, 10 g; oléine, 20 g; huile de paraffine, 5 g; Tween 80,6 cm^3; Triton X 100, 1,5 cm^3; tyrosine, 8 g; KH_2PO_4, 1,54 g; K_2HPO_4, 0,36 g.

Toutes les stérilisations sont effectuées à 115° C pendant 45 minutes; un litre de milieu correspond à 30 boîtes de Pétri (Ø 10 cm).

Le milieu *b* (pH 6-6,2) est utilisé pour toutes les expériences faisant intervenir l'illumination ou la température; pour celles portant sur l'influence du pH, le milieu *b* est également utilisé, la nature et la proportion des sels potassiques (stérilisés à part) seules variant, à molarité en phosphates totaux constante : une gamme de 11 pH différents, allant de 3,5 à 7,5 (après autoclavage) est ainsi réalisée.

2) *Éclairements.* — Les illuminations en lumière blanche ont été obtenues à l'aide de tubes fluorescents « lumière du jour » (Claude U 40 RS) placés au-dessus des boîtes de Pétri de façon à donner, sauf indication spéciale, un éclairement de 2 500 ± 10 lux au niveau des cultures.

Pour une approche du spectre d'action de la lumière sur la pigmentation, deux méthodes ont été successivement utilisées : ont d'abord été conduits des essais préliminaires de radiations oligochromatiques (bleu, vert et rouge) agissant pendant toute la croissance du microorganisme, et obtenues à l'aide de filtres de gélatine (KODAK) placés directement sur les boîtes de Pétri et maintenus en place par des plaques de plexiglass de même couleur. Quatre niveaux énergétiques (mesurés à la thermopile — Kipp & Zonen CA 1) ont été réalisés pour chaque couleur, en utilisant des filtres de transmission importante (N° 47, 58, 29) ou plus faible (N° 94, 93, 89B), et en interposant un ou deux filtres semblables entre la source lumineuse et la culture.

Ce travail approximatif permet de situer la zone active du spectre visible, qui est ensuite analysée avec plus de finesse par l'emploi du microilluminateur spectral mis au point par l'un d'entre nous (TROUILLOUD, 1971). Cet appareil se compose essen-

Source : MNHN, Paris

tiellement d'une chambre d'irradiation, enceinte métallique dans la double paroi de laquelle circule un fluide de température précisément fixée; un hublot à son sommet y laisse pénétrer la lumière monochromatique sélectionnée par un filtre interférentiel à partir de la lumière blanche émise par une lampe à halogène. Les différents niveaux d'éclairement sont obtenus en interposant sur le trajet lumineux des filtres gris, ici des plaques photographiques plus ou moins exposées.

Dans tous les cas, l'induction atteinte est exprimée par le pourcentage de pigmentation obtenue par rapport aux séries témoins laissées, l'une en obscurité continue, l'autre placée en lumière blanche saturante (2 500 lx) pendant la durée d'exposition des essais.

3) *Analyse des pigments.* — La récolte se fait en prélevant délicatement, avec une lame de rasoir, la masse de microorganisme développé à la surface du milieu. La levure ne pénétrant pratiquement pas dans la gélose, cette opération est relativement facile et permet d'obtenir le matériel biologique sans contamination par le milieu, d'où possibilité de détermination correcte du poids sec.

Le processus d'extraction et d'analyse des caroténoïdes a déjà été décrit en détail (FIASSON, 1968; FIASSON et *al.*, 1969); deux particularités sont toutefois à noter : d'une part, l'acétone n'entraînant qu'une faible partie de la pigmentation, celle-ci doit être extraite du matériel ainsi déshydraté par le diméthylformamide. D'autre part, la torularhodine (carboxylique) est aisément séparée des carotènes vrais (hydrocarbures) lors de l'affrontement de l'extrait pigmentaire (total) à l'éther de pétrole : par suite de la présence d'eau provenant du matériel biologique il se forme un système biphase, les carotènes passant dans l'éther de pétrole et la torularhodine restant dans l'hypophase. Un lavage réciproque des deux phases avec du solvant frais permet une séparation complète des deux types de pigments; la torularhodine est ensuite transférée dans l'éther éthylique par allongement de l'hypophase au moyen de l'acide acétique très dilué.

Pour les dosages, un cœfficient d'absorption spécifique $E\,\frac{1\,\%}{1\,\text{cm}} = 2\,500$ (valeur moyenne pour les caroténoïdes) a été utilisé pour l'estimation quantitative des mélanges, qu'il s'agisse des extraits bruts ou des carotènes totaux obtenus par isolement

Source : MNHN, Paris

de la torularhodine; les teneurs relatives ont été calculées en % de la somme des dosages individuels des deux fractions pigmentaires.

D'une façon générale, chaque valeur expérimentale représente la moyenne d'au moins deux lots indépendants, chacun de trois boîtes de Pétri (4 lots de 2 pour les expériences au micro-illuminateur, 3 lots de 5 chaque fois que la torularhodine a été dosée; les écarts observés sont inférieurs à 10 %).

Résultats.

1) Caractères généraux de la pigmentation.

Ils sont déterminés par l'étude comparative de séries de cultures identiques placées constamment, les unes à la lumière, les autres à l'obscurité.

a) *Cinétiques comparées de croissance et de pigmentation.*

En suivant (par une analyse quotidienne, puis tous les deux jours à partir du dixième) l'évolution du poids sec et de la teneur en pigments de *Sporidiobolus johnsonii* sur quatre milieux différents on constate que, en ce qui concerne la *pigmentation*, le maximum d'accumulation des caroténoïdes (exprimés en µg par boîte de Pétri) est atteint dans tous les cas vers le dixième jour de culture. Quant à la *croissance* pondérale du microorganisme, elle atteint son maximum en dix jours sur les milieux simples (*a* et *b*) mais par contre, sur les milieux plus riches (*A* et *B*), elle se prolonge beaucoup plus longtemps, soit environ trois semaines. Ce décalage entre croissance et pigmentation est dû vraisemblablement à l'hétérogénéité des cultures très abondamment développées sur milieu solide, où les cellules les mieux éclairées et aérées sont les plus éloignées de la gélose nutritive, et réciproquement. Les points essentiels de cette évolution sont rassemblés dans le Tableau I.

En ce qui concerne les différences de caroténogenèse entre cultures développées à la lumière et à l'obscurité, on voit que ces dernières se distinguent, *quantitativement* par une teneur globale en pigments amoindrie (de 2 à 4/5, selon le milieu), *qualitativement* par une baisse de la richesse relative en torularhodine (qui tombe de *ca.* 2/3 des caroténoïdes totaux — lumière

Source : MNHN, Paris

TABLEAU I

Cinétiques de croissance et de pigmentation de *Sp. johnsonii*.

milieu	a		b		A		B	
jours	mg	µg	mg	µg	mg	µg	mg	µg
5	80	E : 16 O : 8	120	E : 8 O : 1	270	E : 20 O : 10	250	E : 36 O : 7
10	150	E : 36 O : 24	175	E : 30 O : 7	350	E : 50 O : 35	320	E : 40 O : 10
14	90	E : 28 O : 18	160	E : 20 O : 3	470	E : 50 O : 30	360	E : 33 O : 8
20	—	—	—	—	480	E : 42 O : 11	500	E : 33 O : [illegible]
% T	E : 67/O : 33		E : 75/O : 20		E : 55/O : 45		E : 66/O : 33	

mg : poids sec de levure par boîte de Pétri (sensiblement identique en E et O) ;

µg : caroténoïdes totaux accumulés par boîte de Pétri;

% T : importance relative de la torularhodine dans le mélange pigmentaire, au 12e jour de culture;

E : cultures éclairées (2 500 lx) ; O : cultures à l'obscurité;
la composition des milieux de culture est donnée dans le texte.

à *ca.* 1/3 — obscurité; dosage au 12e jour de croissance). A noter également que, du point de vue qualitatif, l'enrichissement du milieu diminue l'écart dû à l'illumination : l'épaisseur de la culture peut expliquer, comme nous l'avons dit plus haut à propos de la pigmentation totale, la régression de la torularhodine dans les cultures éclairées; cependant le milieu a une action plus directe, comme en témoigne l'augmentation relative de ce même pigment à l'obscurité. Enfin, on constate que le passage d'un milieu de type « a » (glucose + extrait de malt) à un milieu de type « b » (glycérol + extrait de levure) réduit légèrement la pigmentation totale, surtout à l'obscurité, sans

Source : MNHN, Paris

doute à la suite de la diminution du rapport C/N; quant à la concentration relative en torularhodine, un milieu « b » la fait diminuer à l'obscurité et au contraire l'augmente à la lumière, par rapport à un milieu « a » de richesse comparable. Au total, le milieu *b* est celui qui produit les plus grands écarts en fonction de l'éclairement, ce qui explique son utilisation dans toutes les expériences ultérieures.

b) *Action du pH.*

On constate (*) que la *croissance* est maximale vers pH 5 à 5,5 (175 mg sec par boîte de Pétri, contre *ca.* 120 mg aux pH extrêmes étudiés); cependant que la *teneur en pigments*, ramenée à la boîte de Pétri prise comme unité physiologique est, à la lumière, minimale à pH 3,5 (16 µg) puis sensiblement constante (*ca.* 30 µg) à partir de pH 5; à l'obscurité au contraire, elle est maximale (10 µg) à pH 3,5 et diminue quand le pH augmente, rapidement jusqu'à pH 5 (7,5 µg), plus lentement au-delà. Quant à la *teneur relative en torularhodine* elle est, à la lumière, parfaitement constante (75 % des pigments totaux) tandis qu'à l'obscurité elle régresse quand le pH augmente, passant de 50 à 15 %. Il apparaît donc qu'un pH acide diminue les écarts de pigmentation dus à l'éclairement, tandis qu'un milieu légèrement alcalin accentue au contraire l'effet du facteur lumineux; cette inversion de l'influence du pH sur la caroténogenèse selon qu'il y a ou non illumination (de même pour l'action d'un changement

TABLEAU II

Influence de la température sur la caroténogenèse de *Sp. johnsonii.*

Température	5° C		25° C	
Eclairement	E	O	E	O
ppm	22	3	101	9
% T.	46	2	77	20

ppm : teneur en caroténoïdes totaux, exprimée en parties pour million du poids sec, comparable aux deux températures; les autres légendes sont les mêmes que pour le Tableau I.

(*) Après 10 jours.

Source : MNHN, Paris

de richesse ou de nature du milieu nutritif) évoque l'hypothèse de THEIMER et RAU (1970) d'après laquelle, chez *Fusarium aquaeductuum*, la caroténogenèse à l'obscurité aurait un déclenchement propre et totalement différent de l'initiation biosynthétique photoinduite.

c) *Action de la température.*

On compare (Tableau II) croissance et pigmentation de deux séries de cultures (sur milieu *b*), l'une placée à 25° C pendant 10 jours, l'autre maintenue à 5° C pendant 30 jours, pour tenir compte des comportements globaux différents. On constate que la basse température entraîne une diminution du rendement en pigments totaux, mais surtout une baisse importante de la richesse en torularhodine, particulièrement frappante dans les cultures maintenues à l'obscurité; sans être la règle, cette régression de la torularhodine à basse température est bien connue chez les levures caroténogènes (NAKAYAMA et *al.*, 1954; SIMPSON et *al.*, 1964). Notons toutefois que, même aux faibles taux atteints ici, la torularhodine reste assez aisément caractérisable en raison de ses propriétés de solubilité particulières; soulignons également que, des quatre milieux dont l'influence sur la pigmentation a été analysée ci-dessus, nous avons utilisé ici celui conduisant aux plus faibles teneurs, aussi bien pour la caroténogenèse totale que pour la torularhodine relative, surtout à l'obscurité : les résultats obtenus représentent donc une limite.

2) EXIGENCES LUMINEUSES DE LA CAROTÉNOGENÈSE.

a) *Evolution pigmentaire après illumination.*

Pour déterminer quelle devrait être, dans une étude ultérieure des exigences en lumière de la caroténogenèse de cette espèce, la durée optimale de biosynthèse après une illumination, nous avons analysé des cultures 0, 1, 12, 24 et 48 heures après la fin de l'illumination, la valeur et la durée de l'éclairement étant systématiquement très variées : 500 à 4 000 lux, 1 minute à 24 heures. Dans tous les cas, le maximum de pigmentation (aussi bien ramené au poids sec qu'à la boîte de Pétri) est atteint 24 heures après la fin de l'illumination, et est suivi d'une légère régression à 48 heures.

Source : MNHN, Paris

b) *Relation quantitative entre éclairement et pigmentation.*

En considérant les pigmentations obtenues pour diverses valeurs de lumination, elles-mêmes obtenues par des combinaisons variées d'éclairement (500 à 4 000 lx) et de durée (0,37 à 48 h), on constate que, dans les conditions de l'expérience, le facteur déterminant est la durée de la phase lumineuse. Ceci indique que le plus faible éclairement mis en jeu entraîne déjà une saturation du système photorécepteur; nous verrons qu'il en est de même avec une lumière active équivalant à quelques dizaines de lux, dans le cas des essais d'illumination monochromatique. Par contre, la pigmentation obtenue croît avec la durée de la phase lumineuse dans de très larges limites, et c'est surtout par l'étendue de cette zone de réponse que cette espèce semble ici se caractériser. Notons que la teneur relative en torularhodine suit une évolution comparable à celle de la concentration absolue en caroténoïdes totaux, passant de 41 % après 0,37 heures d'illumination à 74 % (soit sensiblement la valeur fournie par les témoins en lumière continue) pour une phase lumineuse de 48 heures.

c) *Exigences lumineuses qualitatives.*

Dans un premier temps, l'emploi des filtres de gélatine colorée permet de désigner la portion active du spectre visible : en effet

TABLEAU III

Action inductrice comparée de différentes longueurs d'onde sur la caroténogenèse de *Sp. johnsonii* (0,36 w/m² pendant 5 heures).

λ nm	367	407	454	495	554	TO	TE
ppm	112	109	149	135	36	24	160
corr.	88	85	125	111	12	0	136
% ind.	65	62,5	92	82	8,8	0	100

ppm : teneur en caroténoïdes totaux obtenue;
corr. : teneur corrigée par soustraction du témoin « obscur »;
% ind. : pourcentage d'induction par rapport aux deux témoins;
TO : témoin « obscur »;
TE : témoin « éclairé » (2 500 lx pendant 5 heures, lumière blanche).

Source : MNHN, Paris

les radiations bleues sont très actives (teneur obtenue à 10 jours en ppm [et corrigée du témoin obscur = 10], 250 avec 0,45 w/m² et 150 avec seulement 0,05 w/m²), l'activité diminue quand la longueur d'onde augmente (525 nm : 20 pour 0,45 w/m²) et devient pratiquement nulle pour les radiations vertes (545 nm : 1 pour 0,45 w/m²) et rouges (633 nm : 2 pour 0,80 w/m²).

Notons par ailleurs que les radiations bleues ont également une action morphogénétique : en effet seules les cultures développées sous les filtres bleus découvrent à la récolte, comme les témoins éclairés en lumière blanche, une gélose dont l'aspect dépoli, finement ridé, traduit une certaine incrustation du microorganisme, donc un aspect particulier de son développement.

La zone active ainsi caractérisée est explorée avec plus de finesse grâce à 5 faisceaux lumineux semi-monochromatiques obtenus à l'aide de filtres interférentiels et véhiculant la même énergie (TROUILLOUD, 1971). Une première série d'essais mettant en jeu une irradiation de 1,8 w/m² pendant 12 heures a fourni une réponse saturante de 350 à 500 nm, pratiquement nulle à 550 nm; il en a été de même avec 0,9 w/m² pendant 5 heures. Enfin, une troisième série d'essais utilisant une énergie de 0,36 w/m² pendant 5 heures fournit les résultats portés dans le Tableau III. Les spectres d'action de la lumière sur la pigmentogenèse des microorganismes présentent deux types principaux (TROUILLOUD, 1971) mettant tous deux en jeu les radiations bleu-violettes : l'un de type « porphyrine », comportant un maximum secondaire dans le vert et donc nettement différent de celui caractérisé dans cette espèce; l'autre de type « flavine » avec un pic unique dans le visible autour de 450 nm, ce qui correspond bien à nos résultats. Ce type de spectre d'action est d'ailleurs assez fréquemment rencontré chez les Champignons, dans le déclenchement de divers types de phénomènes biologiques (CARLILE, 1965).

Conclusion.

Si la quantité totale et la teneur relative des divers caroténoïdes qui composent le mélange pigmentaire de *Sporidiobolus johnsonii* présentent d'importantes variations selon les conditions de milieu, la présence et la nature de ces composés restent toujours faciles à reconnaître; cependant que la molécule la plus

Source : MNHN, Paris

intéressante pour le chimiotaxinomiste, la torularhodine, ne cesse d'être très aisément caractérisable que dans des conditions de culture extrêmes (froid et obscurité combinés) qui ne sont évidemment jamais celles réalisées au laboratoire lors d'une étude du microorganisme par le Systématicien. Considérant la variabilité de ce caractère dans les espèces voisines, telle qu'elle est rapportée dans la littérature, nous pouvons étendre cette conclusion à l'ensemble des levures caroténogènes : la couleur de la colonie (donc le spectre visible de son extrait acétonique : HASEGAWA et *al.*, 1959) peut certes varier dans de larges limites, mais il convient de rappeler que de toute manière ces caractères relativement macroscopiques ne sont en eux-mêmes guère concluants (FIASSON, 1968). Seule l'analyse chimique permet de trancher : elle est ici, spécialement en ce qui concerne la torularhodine, particulièrement aisée. La présence et même la nature des caroténoïdes des levures apparaissent donc comme des caractères suffisamment stables, et par ailleurs faciles à déterminer, pour être d'une indiscutable valeur taxinomique.

RÉSUMÉ.

L'influence d'un certain nombre de facteurs de milieu sur la caroténogenèse de la Levure *Sporidiobolus johnsonii* a été étudiée en vue d'estimer la stabilité de cette pigmentation, et donc sa valeur taxinomique. *La lumière* est le facteur le plus déterminant, les cultures à l'obscurité possédant à la fois moins de caroténoïdes totaux et une teneur relative en torularhodine toujours inférieure à 50 %; la photoinduction (dans le domaine du visible) est le fait des radiations violettes et surtout bleues. *Un pH acide* (ou un fort enrichissement du milieu solide en composés hydrocarbonés) entraine une diminution des écarts de pigmentation entre lumière et obscurité. *Une basse température* joue dans le même sens que l'absence de lumière, les cultures éclairées à 5° C présentant une caroténogenèse proche de celle développée à l'obscurité à 25° C, cependant que sous l'action combinée du froid et de l'obscurité la torularhodine atteint des taux très faibles, tout en demeurant décelable. En conclusion, la pigmentation de cette espèce, même en s'écartant largement des conditions normales de culture, reste assez stable et aisément reconnaissable pour constituer un caractère taxinomique de valeur.

Source : MNHN, Paris

BIBLIOGRAPHIE

CARLILE M. L. (1965). — The Photobiology of Fungi, *Ann. Rev. Plant Phys.*, **16**, 175-202.

FIASSON J. L. (1967). — Les caroténoïdes de *Sporidiobolus johnsonii* Nyland, *Comptes Rendus*, **264** D, 2 744-2 745.

FIASSON J. L. (1968). — *Les caroténoïdes des Basidiomycètes : survol chimiotaxinomique*, Thèse spécialité, Lyon.

FIASSON J. L., ARPIN N., LEBRETON Ph. et BOUCHEZ M. P. (1969). — Sur l'analyse qualitative et quantitative des caroténoïdes naturels, *Chimie Analytique*, **51**, 227-236.

FOPPEN F. H. (1969). — On some pigments of *Epicoccum nigrum* Link, *Ann. Ist. Super. Sanità Italia*, **5**, 439-513.

GOODWIN T. W. (1952). — Fungal carotenoids, *Bot. Rev. USA*, **18**, 291-316.

HAXO F. (1955). — Some biological aspects of fungal carotenoids, *Fortsch. Chem. Org. Naturst.*, **12**, 169-197.

HASEGAWA T., BANNO I. et YAMAUCHI S. (1959). — A taxonomic study on the Genus *Rhodotorula*, I, the subgenus *Rubrotorula nov. subg.*, *J. Gen. Appl. Microbiol.*, **6**, 200-212.

HASEGAWA T., BANNO I. et YAMAUCHI S. (1960). — A taxonomic study of the Genus *Rhodotorula*, II, the subgenus *Flavotorula nov. subg.*, *J. Gen. Appl. Microbiol.*, **6**, 196-214.

MASE Y. (1957). — « Etudes sur la biosynthèse des caroténoïdes », *Vitamins, Jap.*, **13**, 402-412 (en japonais; *B.S.* **19** - 136 166).

MASE Y. (1958). — « Etudes sur la biosynthèse des caroténoïdes », *Vitamins, Jap.*, **14**, 104-114 et 161-210 (en japonais; *B.S.* **20** - 237 167).

NAKAYAMA T., MACKINNEY G. et PHAFF H. J. (1954). — Carotenoids in Asporogenous Yeasts, *J. Microbiol. Serol.*, **20**, 217-228.

PHAFF H. J. et AHEARN D. G. (1970). — The Genus *Rhodotorula*, *in* J. LODDER, *The Yeasts, a taxonomic Study*, North Holland, 1187-1223.

SIMPSON K. L., NAKAYAMA T. O. M. et CHICHESTER C. O. (1964). — Biosynthesis of Yeast carotenoïds, *J. Bacteriol.*, **88**, 1688-1694.

THEIMER R. R. et RAU W. (1970). — Aufhebung der Lichtinduktion durch Reduktiomittel und Ersatz des Lichts durch Wasserstoffperoxid, *Planta*, **92**, 129-137.

TROUILLOUD M. (1971). — *Un micro-illuminateur spectral à usages biologiques, essais sur la caroténogenèse de quelques micro-organismes*, Thèse spécialité, Lyon.

Source : MNHN, Paris

Recherches préliminaires sur l'ontogénie et l'anatomie comparée des ascocarpes des Pyrénomycètes ascohyméniaux (*)

Par Mme Agnès PARGUEY-LEDUC (Paris).

■

VI. CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Comme nous l'avions fait dans un précédent mémoire (A. PARGUEY-LEDUC, Thèse, 1966) pour les *Pyrénomycètes ascoloculaires* nous avons tenté, dans nos plus récentes publications (1967 a, 1967 b, 1967 c, 1970 et 1971), de présenter les principaux caractères ontogéniques et anatomiques des ascocarpes des Pyrénomycètes ascohyméniaux, ainsi que ceux de leurs asques. Mais en raison du nombre trop restreint d'espèces étudiées, ce travail, comme le titre l'indique, ne représente qu'une étude préliminaire et nous nous efforcerons, par la suite, de suivre l'ontogénie d'autres espèces, pour préciser divers points que, pour le moment, nous avons laissés dans l'ombre, et sans lesquels il n'est pas possible d'aboutir à une synthèse convenable des données relatives aux ascocarpes et aux asques des Pyrénomycètes.

I. RAPPEL DES PRINCIPAUX CARACTÈRES DES PYRÉNOMYCÈTES ASCOHYMÉNIAUX

A. *Asques*. La presque totalité des espèces que nous avons étudiées sont nettement *unituniquées* et *annellascées*. Toutefois certains Ascohyméniaux sont au contraire bituniqués et nous verrons plus loin le problème que pose leur existence.

B. *Ascocarpes*. Tout d'abord, en ce qui les concerne, l'étude d'un certain nombre de Sordariales, de Diatrypales et de Xylariales

(*) I. *Rev. de Mycol.*, XXXII, 2, 1967. — II. *Ibid.*, XXXII, 4, 1967. — III. *Ibid.*, XXXII, 5, 1967. — IV. *Ibid.*, XXXV, 2-3, 1970. — V. *Ibid.*, XXXVI (1971), 3-4, 1972.

Source : MNHN, Paris

nous a permis de confirmer les caractères de deux des types établis par E. S. LUTTRELL (1951) : le type « *Diaporthe* » et le type « *Xylaria* », et en outre d'en définir un troisième : le type « *Eutypa* ».

1) L'étude d'espèces appartenant aux genres *Lasiosphaeria*, *Sordaria* et *Gelasinospora* nous a montré que les SORDARIALES sont bien des Ascohyméniaux, mais qu'elles présentent toutefois encore, ou du moins en même temps, des caractères d'Ascoloculaires.

a) *Les Sordariales sont des Pyrénomycètes ascohyméniaux* car leurs périthèces, au moins chez les espèces évoluées, sont réduits à une *ascothécie véritable*. Celle-ci, le plus souvent *apostromienne*, est du type classique : elle naît en effet à partir d'un pro-archicarpe, dont le pied produit des filaments recouvrants.

Dans cette ascothécie s'observe, du moins en principe, un carpocentre dont la partie centrale est généralement constituée par un *plectenchyme nourricier*, caractéristique du type « *Diaporthe* ». Ce plectenchyme se lyse progressivement et laisse place à la cavité périthéciale. Chez certaines espèces, les unes primitives (*Lasiosphaeria ovina*), d'autres non (*Helminthosphaeria clavariarum*), il est alors remplacé par des *paraphyses*, mais chez les espèces évoluées (*Sordaria*, *Gelasinospora*) celles-ci font défaut.

Chez les espèces les plus évoluées, le plectenchyme nourricier peut ne pas se former du tout : l'évolution l'a supprimé. Dans ce cas, des paraphyses peuvent quand même se développer (*Triangularia*, Chaetomiacées), mais il ne s'en forme pas chez le *Chaetoceratostoma longirostre*, espèce chez laquelle le carpocentre fait totalement défaut, et qui n'a ni plectenchyme nourricier ni paraphyses.

b) Mais à côté de ces caractères propres aux Ascohyméniaux du type « *Diaporthe* », *les Sordariales ont aussi des caractères rappelant les Pyrénomycètes ascoloculaires*. Ainsi, dans leurs ascothécies, le carpocentre produit, à sa périphérie, une *garniture périloculaire*. Celle-ci comprend un « cône sus-hyménial », générateur d'un appareil ostiolaire qui, comparé à l'appareil théorique des Pyrénomycètes, est un appareil « interne » et un « disque sous-hyménial » qui peut engendrer des *paraphyses* véritables. Bien qu'il ne produise jamais des pseudo-paraphyses,

Source : MNHN, Paris

le cône est comparable à la cloche sus-hyméniale des Ascoloculaires, et de même le disque, bien qu'il engendre des paraphyses, est semblable à leur ménisque sous-hyménial.

D'autre part, les ascothécies des Sordariales ne sont pas toutes parfaitement apostromiennes. Il en est qui sont encore entourées d'une enveloppe *pyrénosphérienne* plus ou moins caractérisée (*Lasiosphaeria hispida* et *Helminthosphaeria clavariarum*). D'autres sont même encore logées dans un *stroma*. Ce cas est rare : c'est celui des ascothécies de l'espèce primitive *Lasiosphaeria ovina* qui, d'abord endostromiennes, viennent à maturité se loger dans une mince excroissance du stroma (qui tend à disparaître à maturité). Cette Sordariale rappelle ainsi beaucoup ce que nous avions observé chez certaines Nectriales (*Gibberella pulicaris, Nectria cinnabarina;* v. A. PARGUEY-LEDUC, Thèse, 1966, p. 237 et 244). Cela permet de penser que les Sordariales ont eu ancestralement des pyrénosphères endostromiennes, plus ou moins semblables à celles des Nectriales, et qu'ensuite, par le jeu d'une évolution rappelant celle que nous avons décrite chez celles-ci, mais toutefois un peu différente, et surtout poussée plus loin, ces pyrénosphères ont été transformées en ascothécies qui, d'abord endostromiennes, sont finalement devenues apostromiennes.

Corrélativement à l'évolution des ascothécies l'importance de leur carpocentre a diminué. Chez les espèces évoluées, la garniture périloculaire est de moins en moins importante et l'appareil ostiolaire « interne », d'origine carpocentrale, tend à ne plus se former. Il est progressivement remplacé par un appareil ostiolaire « intermédiaire », qu'engendre au sommet la partie périnucléaire de la paroi ascothéciale, puis par un appareil « externe », dérivé de la partie sub-périphérique de cette paroi. Ainsi le rôle de l'enveloppe ascothéciale s'est accru, tandis que diminuait l'importance du carpocentre. Finalement, cela a abouti à des espèces telles que le *Chaetoceratostoma longirostre*, dépourvues de plectenchyme nourricier et même de toute trace de carpocentre. Ces espèces sont passées du type « *Diaporthe* » au type « *Xylaria* », ou du moins à quelque chose d'approchant.

c) En définitive, les Sordariales se rattachent au type « *Diaporthe* », mais avec une tendance évolutive les conduisant vers le type « *Xylaria* ».

Source : MNHN, Paris

D'autre part, la présence de caractères d'Ascoloculaires montre la possibilité d'une parenté possible entre certains des Ascoloculaires (les Nectriales notamment) et les Ascohyméniaux (Sordariales), ou tout du moins confirme que ces deux groupes sont beaucoup moins radicalement opposés l'un à l'autre que ce qui est généralement admis.

2) Les DIATRYPACÉES, du type « *Eutypa* », posent un certain nombre de problèmes difficiles à résoudre. En particulier, *leur origine et leur position systématique donnent lieu à un problème complexe, au sujet duquel se pose celui des relations phylogénétiques entre les divers types d'ascocarpes,* tel que l'a abordé M. CHADEFAUD en 1965. Cela résulte des remarques suivantes :

a) On a vu que les Diatrypacées peuvent être comparées, quant à la structure de leurs ébauches ascothéciales et de leurs ascothécies, aux Sordariales évoluées, telles que le *Triangularia bambusae* et le *Chaetoceratostoma longirostre*. Cela permet de supposer que, dans leur état actuel, elles sont le résultat d'une évolution analogue à celle de ces Sordariales (v. plus haut) et que par conséquent *leur ascothécie dérive, ancestralement, d'une pyrénosphère endostromienne*. Toutefois, cela ne permet pas de penser qu'elles sont étroitement apparentées aux Sordariales, parce qu'elles en diffèrent par deux caractères importants, l'un relatif à leurs asques dont l'appareil apical est d'un type différent et comporte un anneau apical amyloïde, non chitinoïde, l'autre concernant leurs ascothécies qui, contrairement à celles des Sordariales, n'ont pas évolué vers une disposition apostromienne;

b) Le fait que l'ascothécie des Diatrypacées dérive sans doute, comme celle des Sordariacées, d'une pyrénosphère endostromienne, qu'on peut comparer à celles des Nectriales (cf. A. PARGUEY-LEDUC, Thèse, 1966, p. 272) conduit ensuite à supposer que les *Diatrypacées, comme les Sordariales, ont pu avoir des ancêtres ascoloculaires*. Ceux-ci auraient sans doute trouvé leur place parmi les *Pyrénomycètes ascoloculaires annellascés*, et probablement *unituniqués*. Ils auraient donc été, non pas des « Dothidéens » mais des « Pseudo-Dothidéens » (cf. A. PARGUEY-LEDUC, Thèse, 1966, p. 188);

c) D'autre part, l'existence d'un *réseau interne* dans les ébauches ascothéciales des Diatrypacées peut elle aussi s'accorder avec l'idée d'ancêtres ascoloculaires, puisqu'un semblable réseau

Source : MNHN, Paris

s'observe chez quelques Dothidéens, les uns typiques (*Cucurbitaria berberidis*, v. A. PARGUEY-LEDUC, Thèse, 1966, p. 86 et *Cucurbitaria laburni* *), les autres évolués et périsporiés-plectascés (*Preussia multispora;* v. *id.* p. 191). Mais *elle montre surtout une analogie avec les ébauches apothéciales des Lécanorales et de divers Discomycètes non lichénisants* chez lesquels on trouve :

— 1. un réseau paraphysoïde, rappelant le réseau interne de l'ébauche ascothéciale des Diatrypacées; — 2. une enveloppe péricentrale, rappelant l'enveloppe ascothéciale de ces Pyrénomycètes. Cette analogie conduit à supposer que si l'ascothécie des Diatrypacées a été ancestralement une pyrénosphère, celle-ci à son tour a pu être le résultat de l'évolution d'une ébauche primitivement apothéciale.

d) On aboutit ainsi, et comme nous l'avons déjà dit, à des conclusions en apparence contradictoires, à savoir que les Diatrypacées, par leurs caractères ontogéniques, se rapprochent à la fois de Pyrénomycètes ascoloculaires et de Discomycètes. C'est ici qu'apparaît le problème des relations phylogénétiques entre les divers types d'ascocarpes. Avec M. CHADEFAUD (1965) on peut penser que la partie fondamentale de ceux-ci, à l'état d'ébauche, est constituée par des carpocentres différenciés dans un stroma, qui en contient plusieurs, ou dans des pyrénosphères épi-, endo- ou apostromiennes dans chacune desquelles ne s'en forme qu'un seul. Ensuite, on doit envisager séparément ces carpocentres et le devenir des ébauches stromatiques ou pyrénosphériennes qui les contiennent.

Pour les *carpocentres*, ils dérivent d'un primordium qui a produit un simple plectenchyme nourricier, contenant l'appareil ascogonial, puis l'appareil sporophytique, et disparaissant par lyse pour nourrir celui-ci. A partir de là l'évolution a donné :

— des « carpocentres à garniture périloculaire », productrice de pseudo-paraphyses, chez les Dothidéens du type « *Pleospora* » et chez les Nectriales, qui sont d'un type analogue;

— des « carpocentres réticulés », du moins en partie, avec réseau formé ou non de filaments paraphysoïdes, chez les Discomycètes soit non lichénisants (à carpocentres logés dans des excroissances stromatiques), soit lichénisants (Lécanorales, à carpocentres logés dans une enveloppe péricentrale), et aussi

(*) V. A. PARGUEY-LEDUC, 1970.

Source : MNHN, Paris

chez les Diatrypacées, le *Xylaria hypoxylon* et quelques-uns des Dothidéens, comme on l'a vu.

Quant au *devenir des ébauches stromatiques ou pyrénosphériennes des ascocarpes*, comme les asques les moins évolués (types pré-archaeascés et archaeascés) ne se rencontrent que chez les Lécanorales, qui sont des Discomycètes, on peut penser que primitivement elles se transformaient chacune en un ascocarpe de Discomycète, c'est-à-dire une *apothécie*. L'évolution aurait ensuite donné, *grosso modo*, les types suivants :

— Chez les *Discomycètes*, elle a d'abord conduit à l'apothécie « primitive », sans appareil parathécioïde ou parathécial, ensuite à l'apothécie « parathécienne » dans laquelle, comme chez les Lécanorales, s'ajoutent aux éléments de l'ébauche une formation parathécioïde, puis une formation parathéciale (= parathécium + sa couronne, ses paraphyses et l'amphithécium; v. M. A. LETROUIT-GALINOU, 1966, et A. BELLEMÈRE, 1967).

— Chez les *Pyrénomycètes*, des périthèces (*lato sensu*) ont remplacé les apothécies. Ils auraient la valeur d'apothécies non épanouies et incomplètement développées, sur lesquelles l'appareil ostiolaire, quand il se forme, pourrait être l'équivalent très réduit d'un appareil parathécial. Ces périthèces sont au maximum « pyrénosphériens » chez les Ascoloculaires. Chez les Ascohyméniaux ils sont devenus « ascothéciens », les ascothécies semblant résulter de l'évolution de pyrénosphères endostromiennes ancestrales, comme nous l'avons dit à propos des Nectriales et des Sordariales.

Dans la mesure où ces hypothèses sont valables, on pourrait préciser la situation des Diatrypacées en disant que : — 1. au stade ancestral encore « apothécien », les Sordariales, et aussi d'ailleurs les Nectriales, avaient des carpocentres encore non réticulés; — 2. au contraire, au même stade ancestral encore « apothécien », chez les Diatrypacées, comme aussi d'ailleurs chez les Xylariales, qui leur sont apparentées, le carpocentre avait acquis une structure réticulée semblable à celle d'une partie des Discomycètes actuels (Lécanorales et autres); — 3. d'autre part, les ascocarpes ont subi chez les Diatrypacées, comme chez les Sordariales, une évolution conduisant du type « pyrénosphérien endostromien » au type « ascothécien », avec ascothécies pourvues d'un appareil ostiolaire, et dans ces ascothécies il y a eu finalement suppression du carpocentre.

Source : MNHN, Paris

Ainsi s'expliqueraient à la fois les ressemblances et les différences entre les Diatrypacées et les Sordariales et pareillement entre les Diatrypacées et les Discomycètes. Mais pour aller plus loin il faudrait connaître l'ontogénie des autres Diatrypales, notamment celle des Amphisphaeriacées, que nous n'avons pas étudiées jusqu'ici.

3) En ce qui concerne les XYLARIALES, nous avons vu qu'au point de vue de leurs asques elles diffèrent des Diatrypales, bien que leur anneau apical soit également amyloïde, et davantage encore des Sordariales, à anneau chitinoïde.

Du point de vue ontogénique, tel que permet de le concevoir l'étude des *Hypoxylon* et du *Xylaria hypoxylon*, le type « *Xylaria* », comparé aux types « *Eutypa* » et « *Diaporthe* », apparaît comme le résultat d'une évolution dont le point de départ a pu être une pyrénosphère ascoloculaire. Contrairement à celle des Dothidéens typiques et des Nectriales, et aux ébauches ascothéciales du type « *Diaporthe* », cette pyrénosphère ne contenait pas un carpocentre à plectenchyme nourricier. Son carpocentre, comme celui des Diatrypacées et de beaucoup de Discomycètes inoperculés, donnait probablement un appareil paraphysogène, surmonté d'un *réseau interne* paraphysoïde. Au cours de l'évolution il s'est réduit à ce réseau, qui ensuite a disparu; en même temps, ses fonctions ont été transférées à l'enveloppe ascothéciale.

De telles évolutions montrent combien complexe est le problème des relations phylogénétiques entre Discomycètes, Pyrénomycètes ascoloculaires et Pyrénomycètes ascohyméniaux, c'est-à-dire entre les divers types d'asques et d'ascocarpes, problème que nous avons déjà évoqué, à propos des Diatrypacées, dans une publication précédente (A. PARGUEY-LEDUC, 1970) et que nous allons maintenant reprendre brièvement.

II. PROBLÈMES POSÉS PAR L'ÉTUDE DES PYRÉNOMYCÈTES ASCOHYMÉNIAUX

Ces problèmes se rapportent soit aux asques, soit aux ascocarpes et mettent en jeu la définition même des *Ascohyméniaux*.

Cette définition repose, rappelons-le, sur divers critères, savoir:

— 1. selon J. A. NANNFELDT (1932), essentiellement sur la nature des filaments interasceaux, qui sont uniquement des *paraphyses*

Source : MNHN, Paris

vraies ascendantes, chez les Ascohyméniaux; — 2. selon E. S. LUTTRELL (1951), sur la nature des asques qui sont *unituniqués* chez les Ascohyméniaux; — 3. selon M. CHADEFAUD (1960), en outre, sur la notion d'*ascothécie* (formée de filaments recouvrants), formation présente seulement chez les Ascohyméniaux.

1) *Le problème des asques.* Nous ne nous étendrons pas sur ce problème, qui ne présente pas de grosses difficultés et qui a été étudié plus en détail dans des publications antérieures.

Nous rappellerons simplement que chez les Ascoloculaires dothidéens, les asques présentent toujours une grande uniformité : ils sont bituniqués et nassascés (bien que chez certains d'entre eux la nasse apicale ne soit pas distincte). Chez quelques Pyrénomycètes ascoloculaires, au contraire, les asques sont devenus unituniqués, parfois même typiquement annellascés; c'est le cas de certaines Nectriales : *Nectria episphaeria, Nectria coryli, Hypomyces aurantius* par exemple, v. A. PARGUEY-LEDUC, 1966 et 1967.

Chez les Ascohyméniaux le problème des asques est plus complexe. S'ils sont presque tous unituniqués et annellascés (l'anneau n'étant d'ailleurs pas toujours visible), certains d'entre eux possèdent toutefois encore des asques bituniqués, capables de « Jack-in-box », mais déjà pourvus, à leur sommet, d'un anneau bien différencié. C'est le cas du *Melogramma spiniferum* (v. G. DOGUET, 1959 et 1960; A. PARGUEY-LEDUC et M. CHADEFAUD, 1963), de l'*Helminthosphaeria clavariarum* (A. PARGUEY-LEDUC, 1961) et de certains *Aglaospora* (A. PARGUEY-LEDUC et M. CHADEFAUD, 1963).

Chez les Nectriales, la plupart des espèces sont unituniquées et annellascées, bien qu'il s'agisse d'Ascoloculaires, comme on a pu le voir dans notre Thèse (A. PARGUEY-LEDUC, 1966 et 1967).

Ces remarques nous ont conduite à penser (A. PARGUEY-LEDUC et M. CHADEFAUD, 1963, et A. PARGUEY-LEDUC, 1967) que les Ascohyméniaux et la plupart des Nectriales ont pu être ancestralement bituniqués, puis qu'une évolution a conduit la plupart d'entre eux, mais non pas tous, au type unituniqué. On pourrait aussi supposer, avec M. CHADEFAUD (1960, Traité p. 587) que leurs ancêtres ont été archaeascés, et qu'à partir de ce type archaeascé, l'évolution aurait pu conduire les asques bituniqués-nassascés aux asques bituniqués-annellascés, puis enfin, au terme de l'évolution, aux asques unituniqués-annellascés.

Source : MNHN, Paris

Mais avant d'admettre ces hypothèses il faudrait faire une étude approfondie des Ascohyméniaux bituniqués, pour vérifier qu'il s'agit bien d'Ascohyméniaux.

Un problème demeure ainsi posé. Un autre serait celui du passage possible du stade bituniqué au stade unituniqué, qui peut résulter d'une union de plus en plus intime de l'endoascus avec l'exoascus, ou peut-être de la disparition de celui-ci.

2) *Le problème des ascocarpes.* Si la notion de carpocentre, c'est-à-dire de centre fertile, et celle de formations secondaires extra-carpocentrales (l'appareil ostiolaire par exemple) ne posent pas de gros problèmes, il n'en va pas de même pour d'autres parties des ascocarpes au sujet desquelles apparaissent des difficultés.

Ainsi, par exemple, la notion d'ascothécie devient incertaine, car il est parfois difficile de la distinguer avec toute la précision souhaitable des pyrénosphères de certains Ascoloculaires. De même celle de paraphyses perd de sa netteté lorsqu'une continuité peut être établie entre les systèmes des paraphyses, des pseudo-paraphyses et des périphyses.

Les bases mêmes de la définition des Ascohyméniaux sont alors directement mises en cause et l'on peut se demander ce qu'est au juste un pyrénomycète ascohyménial?

Nous examinerons successivement le problème du carpocentre, puis celui des paraphyses ou pseudo-paraphyses qu'il contient et enfin, pour terminer, celui des ascocarpes et plus particulièrement celui de l'ascothécie.

a) *Le carpocentre.* Cette formation existe chez pratiquement tous les Ascomycètes, sauf chez les plus évolués des Ascohyméniaux (1) où il a été supprimé. Typiquement il comprend essentiellement une partie centrale ou « pro-hyménium » et une « garniture péri-loculaire » (v. schéma, fig. 1).

La partie centrale ou *pro-hyménium* (*ph*) est celle dans laquelle, en général, se différencie, puis se développe l'appareil sporophytique. Son rôle est généralement nourricier. Elle peut se présenter sous différents aspects : — 1. elle peut être *palissadique.* Les filaments qui la composent sont alors disposés parallèlement les uns aux autres. C'est le cas du *Mycosphaerella*

(1) Et aussi les plus évolués des Discomycètes, chez lesquels le carpocentre proprement dit est remplacé par un carpocentre secondaire ou deutérocentre (M. Chadefaud, 1965; A. Bellemère, 1967).

Source : MNHN, Paris

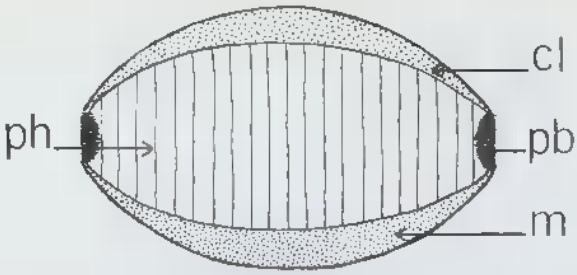


Fig. 1. — Le carpocentre : schéma théorique
cl : cloche ou cône sus-hyménial; *m :* ménisque ou disque sous-hyménial; *ph :* pro-hyménium; *pb :* péribase.

maculiformis (fig. 2, A), Pyrénomycète ascoloculaire étudié par D. Louis-Trudeau (1965), et du *Dothidella ulmi* (fig. 2, B) étudié par nous-même (A. Parguey-Leduc, 1966); — 2. plus rarement, elle est *plexiforme*. Ses filaments peuvent alors former un plexus paraphysoïde (fig. 2, C) observable chez divers Discomycètes lichénisants (telles les Lécanorales, étudiées par M. A. Letrouit-Galinou, 1962 et 1966). Ils peuvent aussi constituer un réticulum (= *Netzwerk*, figuré par H. W. Doppelbaur, 1959), dans les jeunes carpocentres des Verrucariacées, Pyrénomycètes lichénisants (fig. 2, D). Nous avons retrouvé ce type réticulé chez certains Pyrénomycètes ascoloculaires (M. Chadefaud, A. Parguey-Leduc et M. Boudin, 1966, et A. Parguey-Leduc, 1966), tels le *Preussia multispora* (fig. 2, E), le *Cucurbitaria berberidis* (fig. 2, F) et le *Dothidea podagrariae* (fig. 2, G), et également chez divers Pyrénomycètes ascohyméniaux, de l'ordre des Diatrypales (A. Parguey-Leduc, 1965 et 1970) par exemple les *Eutypa* (fig. 2, H) et quelques *Diatrype*; — 3. enfin, plus généralement, les cellules pro-hyméniales sont disposées sans ordre et forment alors un *pseudo-parenchyme*, dont le rôle est typiquement nourricier. C'est le cas le plus généralement rencontré chez les Pyrénomycètes ascoloculaires (fig. 2, I) et ceux des Pyrénomycètes ascohyméniaux qui possèdent encore un pro-hyménium.

Le pro-hyménium peut ne pas exister (cas de la plupart des Xylariales); quand il existe il peut être persistant, mais est le plus souvent fugace. En effet, ses cellules, jouant un rôle nourricier, sont progressivement lysées au profit de l'appareil sporophytique. Il en résulte la formation de la cavité périthéciale, où

Source : MNHN, Paris

peuvent prendre place de nouvelles formations : les pseudo-paraphyses ou les paraphyses, dont nous reparlerons plus loin.

La *garniture périloculaire* est constituée par la partie périphérique du carpocentre. Cette formation n'est absente que chez les espèces ascoloculaires primitives, à carpocentre du type

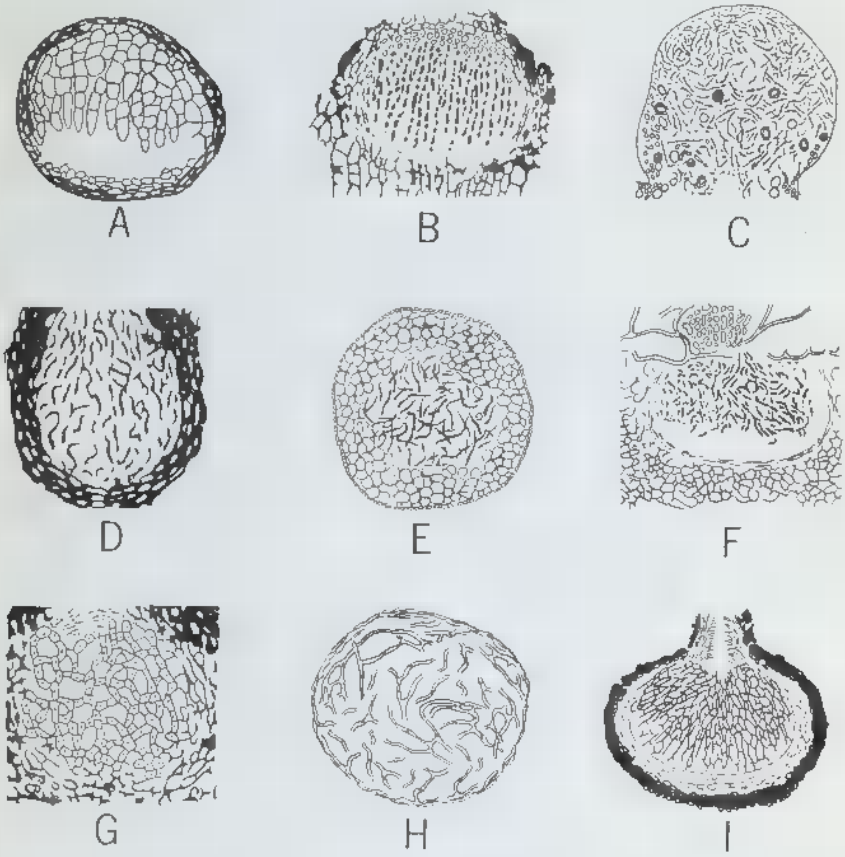


Fig. 2. — Le carpocentre : différents types de pro-hyménium

— type palissadique : A. *Mycosphaerella maculiformis* (d'après D. Louis-Trudeau) ; B. *Dothidella ulmi.*

— type plexiforme : C. Lécanorales (d'après M. A. Letrouit-Galinou) ; D. Verrucariacées (d'après H. W. Doppelbaur) ; E. *Preussia multispora;* F. *Cucurbitaria berberidis;* G. *Dothidea podagrariae;* H. *Eutypa lata.*

— type pseudo-parenchymateux : I. *Nectria sp. XV.*

(Pour plus de clarté l'appareil sporophytique n'a pas été représenté)

Source : MNHN, Paris

« *Dothidea* ». Chez les autres Pyrénomycètes, elle entoure le pro-hyménium, puis la cavité (ou locule) qui en dérive. Quand elle est complète, la garniture comprend deux parties : — 1. une partie sus-hyméniale (fig. 1 : *cl*), en forme de calotte, appelée *cloche sus-hyméniale* chez les Pyrénomycètes ascoloculaires, *cône sus-hyménial* chez les Pyrénomycètes ascohyméniaux. Les cellules de cette formation, au moins les plus axiales, jouent un rôle méristématique important (= méristème apical). Elles produisent ainsi (fig. 3, A) vers le haut, la partie interne du col (= appareil ostiolaire interne, pas toujours présent) et les périphyses (*pr*), et vers le bas, chez les Ascoloculaires, des pseudo-paraphyses (*pp*). Au stade adulte, ces cellules cessent leur activité méristématique et leur lyse ou leur écartement met en communication le canal ostiolaire et la cavité périthéciale; — 2. une partie sous-hyméniale (fig. 1 : *m*), en forme de cupule ou de coussinet, appelée *ménisque sous-hyménial* chez les Pyrénomycètes ascoloculaires et *disque sous-hyménial* chez les Pyrénomycètes ascohyméniaux. Cette formation supporte, et parfois contient, l'appareil sporophytique (fig. 3, B : *psp*). De plus, chez les Ascohyméniaux, elle peut être génératrice de paraphyses.

En outre, signalons ici qu'il existe chez divers Ascomycètes une troisième formation carpocentrale, que M. A. Letrouit-Galinou (1966) a qualifiée de péribase (*pb*). Elle est absente chez les Pyrénomycètes, mais nette et importante chez les Discomycètes discostromiens « lenticulaires » et les Lécanorales (fig. 1), chez lesquels elle est à l'origine de la croissance marginale du carpocentre.

Le carpocentre est donc une formation de structure assez constante, dont les caractères ne peuvent par conséquent pas servir de critères pour distinguer les Pyrénomycètes ascoloculaires des Pyrénomycètes ascohyméniaux. Mais si aucun problème particulier ne se pose à son sujet, il n'en va pas de même pour les paraphyses, les pseudo-paraphyses et les périphyses, qui sont des productions carpocentrales et qui ont servi de base aux définitions proposées par J. A. Nannfeldt (1932). La distinction entre ces différentes formations est en effet assez délicate et l'origine des paraphyses parfois assez complexe.

b) *Les périphyses, les paraphyses et les pseudo-paraphyses.* Nous avons vu plus haut que théoriquement périphyses et pseudo-paraphyses sont produites par le méristème apical de la

Source : MNHN, Paris

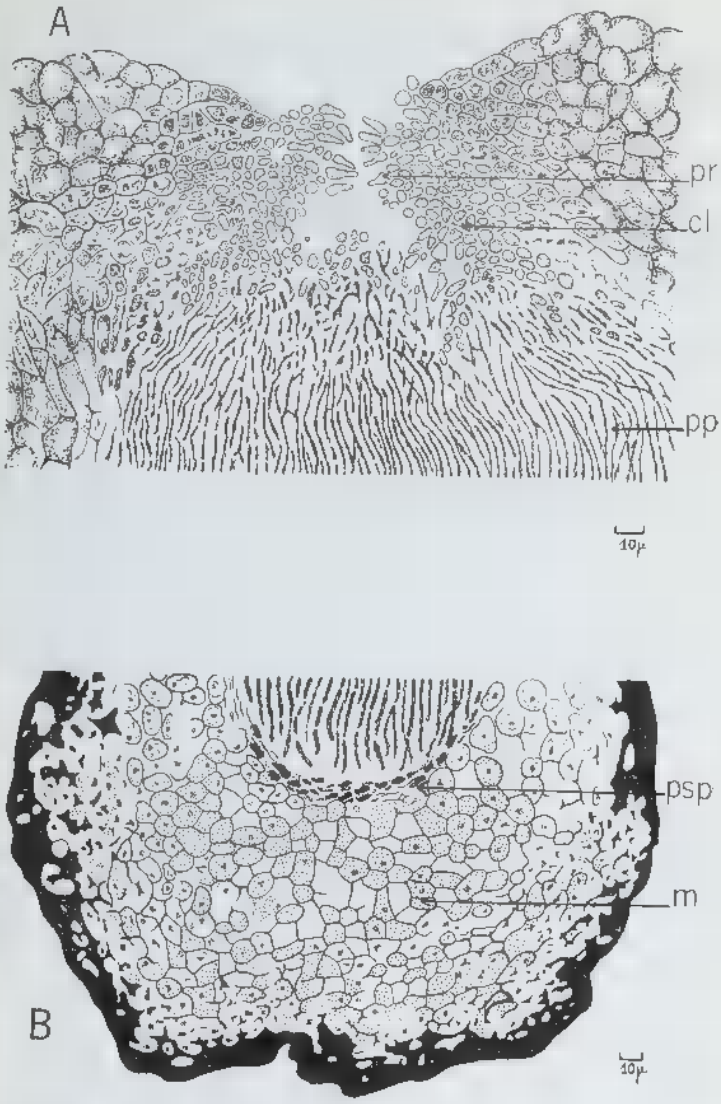


Fig. 3. — Le carpocentre : garniture périloculaire

A. Cloche sus-hyméniale chez *Cucurbitaria laburni*
cl : cloche sus-hyméniale; *pr* : périphyses; *pp* : pseudo-paraphyses;

B. Ménisque sous-hyménial (*m*) chez *Pleospora herbarum*.

Source : MNHN, Paris

cloche sus-hyméniale, tandis que les paraphyses naissent (au moins certaines d'entre elles, car nous verrons plus loin que leur origine semble très variée et d'ailleurs encore assez mal connue) à partir du disque sous-hyménial. Rappelons aussi que les pseudo-paraphyses sont caractéristiques des Pyrénomycètes ascoloculaires, tandis que les paraphyses se rencontrent chez les Discomycètes et les Pyrénomycètes ascohyméniaux, et que chez ces derniers, au cours de l'évolution, il y a tendance à leur suppression. La distinction entre paraphyses, pseudo-paraphyses et périphyses semble donc aisée. En fait, elle l'est dans la plupart des cas, mais il en est d'autres où il devient au contraire très difficile, voire même impossible, de distinguer périphyses et pseudo-paraphyses, périphyses et paraphyses vraies et, enfin, chez des Discomycètes, périphyses et paraphyses secondaires.

Nous avons déjà évoqué, après E. Strikmann et M. Chadefaud (1961), le problème de la distinction entre périphyses et pseudo-paraphyses, à propos du *Nectria cinnabarina* (A. Parguey-Leduc, Thèse, 1967). Chez cette espèce (fig. 4, A), originellement, les périphyses sont bien distinctes des pseudo-paraphyses; elles naissent en effet de la partie supérieure du méristème apical, tandis que les pseudo-paraphyses naissent au contraire de sa partie inférieure. Ces deux formations demeurent séparées un certain temps par le méristème apical lui-même, mais, lorsque celui-ci disparaît par lyse, elles forment un système continu. A maturité, ce phénomène est encore renforcé par le fait que les pseudo-paraphyses se rompent au niveau de leur coude et que leurs bases, demeurées en place, simulent tout à fait les périphyses sus-jacentes (fig. 4, B). Au stade adulte, il devient tout à fait impossible de les distinguer les unes des autres.

La distinction entre périphyses et paraphyses n'est pas toujours plus facile. Ainsi G. Doguet (1959) a distingué chez le *Coniochaeta ligniaria* (fig. 4, C) deux types de paraphyses : un système de paraphyses dites primaires, nées du fond de la locule et, en continuité avec elles, un système de paraphyses dites secondaires, se différenciant à partir des cellules marginales du canal ostiolaire. Or, de par leur origine, les paraphyses secondaires sont en réalité des périphyses qui sont repoussées vers le bas au fur et à mesure de la croissance, au-dessus d'elles, des périphyses nouvelles. Elles prennent alors morphologiquement l'aspect des paraphyses primaires et à un stade adulte, là encore il n'est plus possible de distinguer les paraphyses primaires des

Source : MNHN, Paris

paraphyses secondaires, pas plus que celles-ci des périphyses, qui demeurent dans le canal ostiolaire. La continuité est absolument parfaite entre ces trois systèmes. Nous avons rencontré un cas analogue chez le *Lasiosphaeria hispida* (A. PARGUEY-LEDUC, 1967 c), sans pouvoir d'ailleurs attribuer les « paraphyses secondaires » de cette espèce (fig. 4, D) à l'un ou l'autre système, l'observation des jeunes stades ayant manqué.

Chez les Discomycètes, on trouve de même des paraphyses de deux origines différentes, les unes primaires, les autres secondaires (E. J. H. CORNER, 1929 et 1930) et s'il y a des périphyses, elles sont là encore plus ou moins comparables aux paraphyses secondaires.

Au sujet de la similitude d'origine entre les périphyses et les paraphyses secondaires, nous avons déjà vu que celles-ci proviennent des cellules marginales de la base du canal ostiolaire. Quant aux paraphyses vraies ou paraphyses primaires, contrairement aux pseudo-paraphyses, qui naissent toujours de la partie méristématique de la cloche sus-hyméniale, elles semblent avoir des origines variées. Leur formation n'a malheureusement fait l'objet, jusqu'ici, que d'observations fragmentaires. Celles-ci nous ont toutefois permis de préciser qu'elles pouvaient se former à partir, soit du ménisque sous-hyménial (*Triangularia bambusae;* v. F. et Mme MOREAU, 1950), soit du plexus carpocentral tassé sur le fond de la cavité de l'ascothécie (*Eutypa lata*, *Cryptosphaeria eunomia*, divers *Hypoxylon*), soit enfin de la paroi ascothéciale elle-même, lorsque les formations carpocentrales font défaut (*Diatrype disciformis*).

c) *Les ascocarpes.* C'est à leur sujet que se posent les problèmes les plus délicats. A titre d'hypothèse, on peut concevoir leur évolution de la manière suivante :

1. Primitivement, et dans les cas les plus simples (quelques Ascoloculaires, par exemple, les *Dothidea* et le *Dothidella ulmi*, fig. 5, A), le carpocentre (*car*) est logé dans un stroma (*st*).
2. Chez d'autres espèces, plus évoluées, il se différencie, non plus dans le stroma lui-même, mais dans de petites sphères stromatiques ou *pyrénosphères*. Celles-ci peuvent être (M. CHADEFAUD, 1960, puis A. PARGUEY-LEDUC, Thèse, 1966 et 1967) :

— épistromiennes, si elles prennent naissance à la surface du stroma (ex : *Cucurbitaria berberidis*, Pyrénomycète ascoloculaire; fig. 5, B) ;

Source : MNHN, Paris

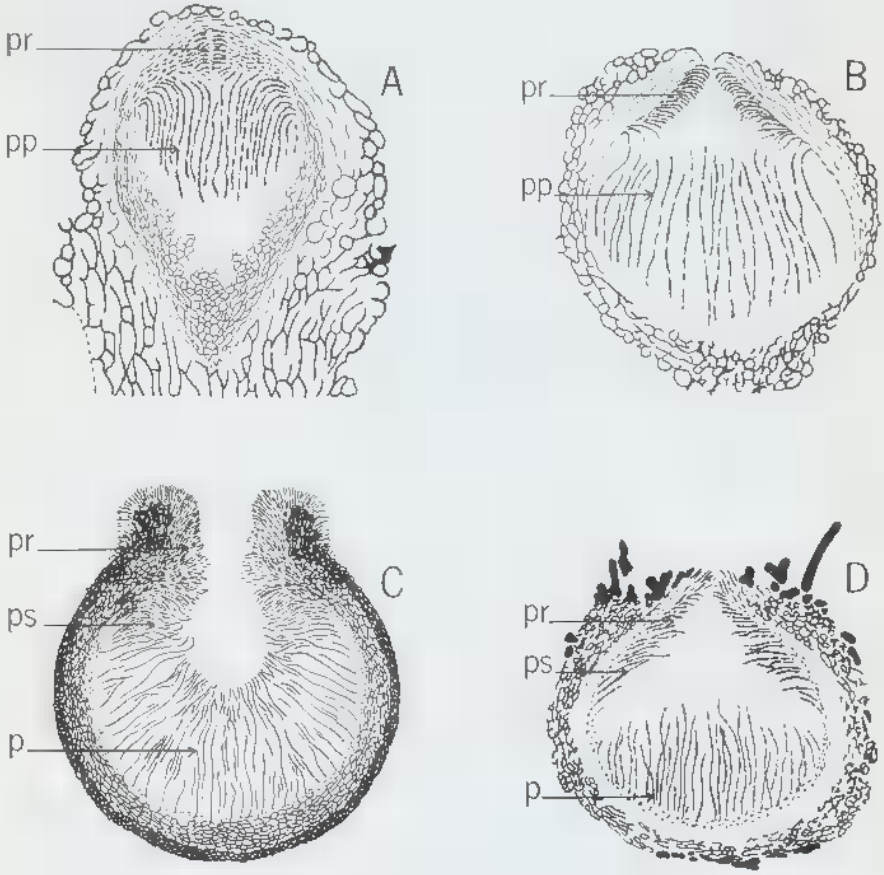


Fig. 4. — Périphyses, pseudo-paraphyses et paraphyses

A. et B. Périphyses et pseudo-paraphyses chez *Nectria cinnabarina* (Nectriale); en A, pyrénosphère jeune; en B, pyrénosphère adulte (les pseudo-paraphyses sont rompues au niveau de leur coude);

C. *Coniochaeta ligniaria* (Sordariale); paraphyses primaires, paraphyses secondaires et périphyses (d'après G. Doguet);

D. *Lasiosphaeria hispida* (Sordariale); paraphyses primaires, paraphyses secondaires et périphyses

pr : périphyses; *pp :* pseudo-paraphyses; *p :* paraphyses primaires; *ps :* paraphyses secondaires.

Source : MNHN, Paris

— endostromiennes si, au contraire, elles se différencient au sein même du stroma, puis deviennent érumpentes au stade adulte (ex : la Nectriale *Nectria cinnabarina;* fig. 5, C) ;
— apostromiennes, si le stroma fait totalement défaut, et qu'elles se forment directement sur le mycélium (cas de la plupart des Ascoloculaires, par exemple le *Leptosphaeria acuta,* fig. 5, D).

3. Enfin, le carpocentre peut avoir une *enveloppe propre* (fig. 6). On l'observe :
— chez les Lichens de l'ordre des Lécanorales, dont le primor-

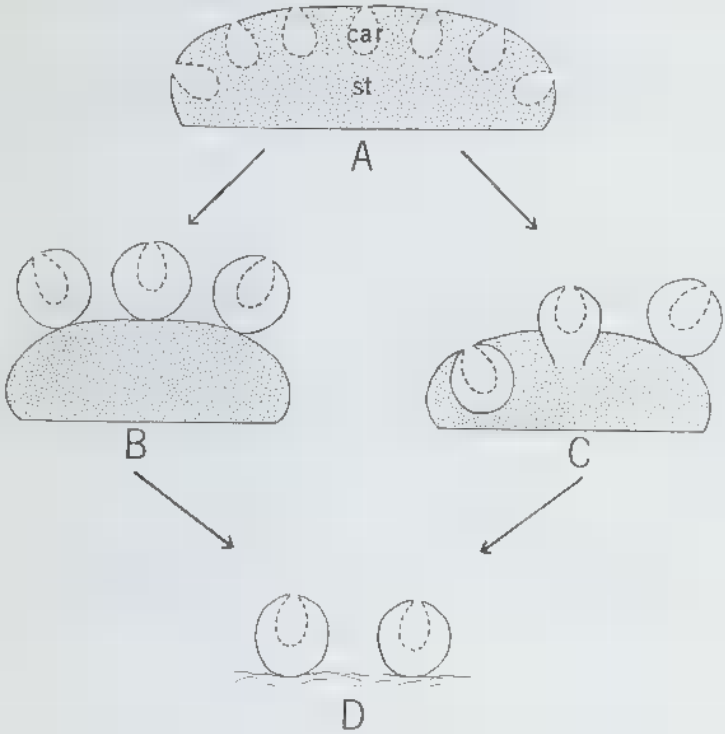


Fig. 5. — Carpocentres sans enveloppe propre

A. *Dothidea tetraspora :* carpocentres situés dans un stroma;
B. *Cucurbitaria berberidis :* carpocentres situés dans des pyrénosphères épistromiennes;
C. *Nectria cinnabarina :* carpocentres situés dans des pyrénosphères d'abord endostromiennes, puis épistromiennes;
D. *Pleospora herbarum, Leptosphaeria* divers. etc... : carpocentres situés dans des pyrénosphères apostromiennes.

st : stroma ; *car* : carpocentres.

Source : MNHN, Paris

dium (= pro-carpocentre), logé dans le thalle (*th*) du Lichen, se transforme en un carpocentre et une enveloppe (= enveloppe péricentrale); celle-ci appartient peut-être au carpocentre lui-même, dont elle ne serait que la partie périphérique. L'ascostroma est alors entièrement remplacé par cette enveloppe. Une péribase (*pb*) en assure la croissance en diamètre, en même temps que celle du carpocentre proprement dit (fig. 6, A). Dans ce cas l'archicarpe se forme en général secondairement dans le carpocentre, mais cependant, chez les Collémacées (E. STAHL, 1877, et F. et Mme MOREAU, 1926), le carpocentre et son enveloppe se différencient au contraire autour de l'archicarpe apparu le premier. — chez certains Pyrénomycètes, où il existe une enveloppe analogue. Ainsi : — 1. chez la Coronophorale *Bertia moriformis* (A. PARGUEY-LEDUC, Thèse, 1966 et 1967, p. 205), au sein d'une pyrénosphère apostromienne (fig. 6, B), se différencie un primordium dans lequel apparaît l'appareil ascogonial. Ce primordium se transforme ensuite en un carpocentre (qui au stade adulte devient le plectenchyme nourricier) et une enveloppe carpocentrale, simple dans les stades jeunes, double au stade adulte; — 2. chez la Sordariale primitive, *Lasiosphaeria ovina* (A. PARGUEY-LEDUC, 1967, c), le primordium se différencie de la même manière au sein d'une pyrénosphère, qui dans ce cas est endostromienne, puis érumpente (fig. 6, C). Ce primordium se transforme également en un carpocentre pourvu d'une enveloppe propre; celle-ci, possédant déjà partiellement les caractères d'une ascothécie, peut être qualifiée de *pseudo-ascothécie*. Dans le carpocentre se différencient ensuite deux zones : un plectenchyme nourricier et un disque sous-hyménial paraphysogène.

Chez les Xylariales et les Diatrypacées, le problème est plus complexe. Au sein d'un stroma (*st*) (fig. 6, E) apparaît encore un primordium, dans lequel, très rapidement, se différencie une hyphe de Woronin, c'est-à-dire un appareil ascogonial. De plus, à ce stade, le primordium peut s'accroître intérieurement par la formation de filaments recouvrants, engendrés par la base de l'appareil ascogonial : cela a été décrit et figuré par B. VARITCHAK (1931) chez le *Xylaria polymorpha;* toutefois, en ce qui nous concerne, nous n'avons pu reconnaître ces filaments chez aucune des Xylariales que nous avons étudiées, et P. LUPO (1922) ne semble pas les avoir davantage distingués. Qu'il ait été ou non grossi de filaments recouvrants, le primordium produit uniquement une enveloppe, à l'intérieur de laquelle il n'y a pas de

Source : MNHN, Paris

carpocentre. Cette enveloppe est complexe : c'est d'elle que dérive la couche paraphysogène, et sa valeur est difficile à préciser. Si cette enveloppe dérive uniquement du primordium, il s'agit, comme chez le *Lasiosphaeria ovina*, d'une pseudo-ascothécie; par contre si des filaments recouvrants s'y ajoutent, cette enveloppe tient à la fois d'une ascothécie vraie et d'une pseudo-ascothécie.

Chez les Sordariales évoluées il n'y a plus de stroma, ni de pyrénosphères. L'appareil ascogonial apparaît le premier et se différencie directement sur le mycélium (fig. 6, D). Son pied produit les filaments recouvrants qui constituent à eux seuls le primordium; les plus internes donnent naissance au carpocentre, les plus externes à l'enveloppe carpocentrale. Au stade sub-adulte le carpocentre comprend trois parties distinctes : un plectenchyme nourricier, un cône sus-hyménial et un disque sous-hyménial. L'enveloppe du carpocentre a la valeur d'une ascothécie typique, puisqu'elle dérive des filaments recouvrants nés du pied de l'appareil ascogonial.

4. En conclusion, le rappel de ces notions peut nous amener à un certain nombre d'hypothèses quant à l'évolution des asco-

---

Fig. 6. — Evolution des carpocentres à enveloppe propre

A. Cas des Lécanorales; pas d'ascostroma; le primordium, puis le carpocentre entouré de son enveloppe carpocentrale, sont logés dans le thalle (*th*); *pb* : péribase (d'après M. A. Letrouit-Galinou);

B. *Bertia moriformis* (Coronophorale); le primordium, puis le carpocentre et son enveloppe, sont logés dans une pyrénosphère apostromienne (laissée en blanc);

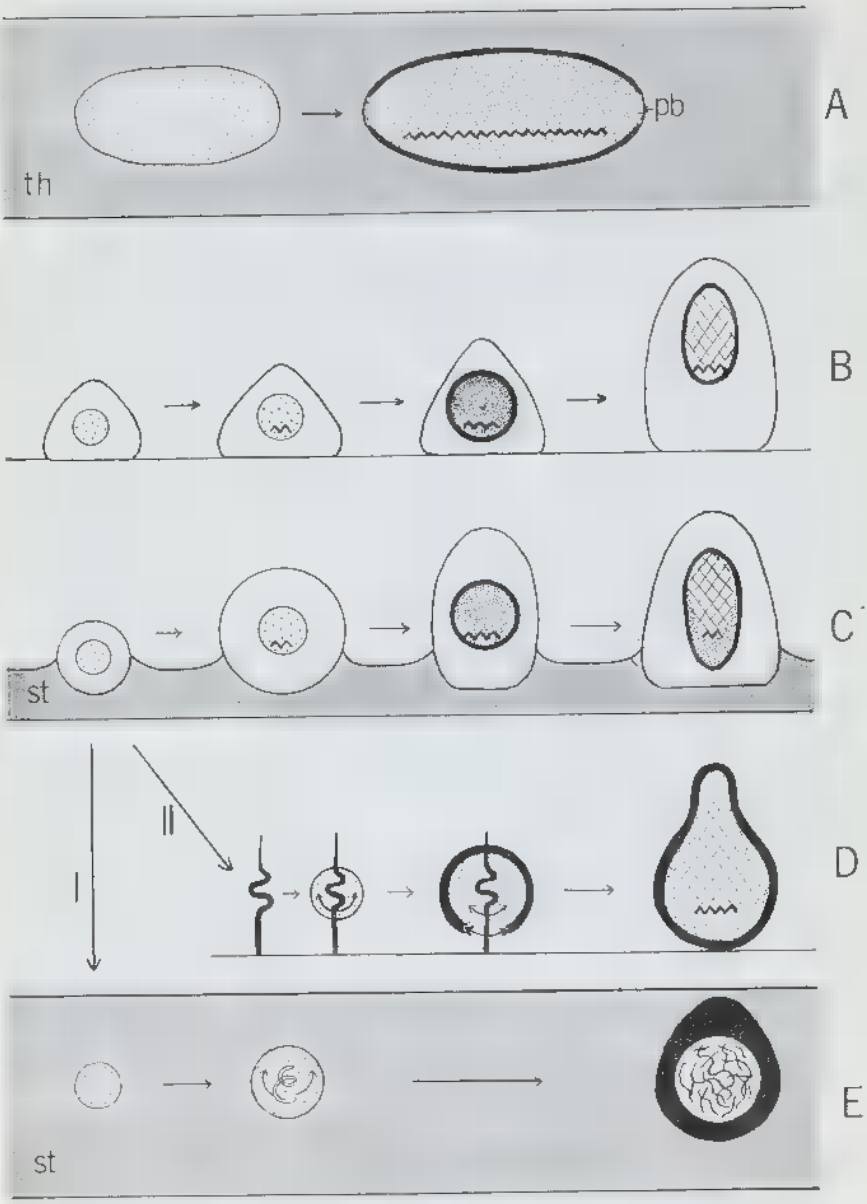
C. *Lasiosphaeria ovina* (Sordariale primitive); le primordium, puis le carpocentre et son enveloppe (= une pseudo-ascothécie), sont également logés dans une pyrénosphère (laissée en blanc), qui est endostromienne, puis érumpente (*st* = stroma);

D. Sordariales évoluées; il n'y a plus ni stroma ni pyrénosphères; le primordium, puis le carpocentre et son enveloppe, se différencient à partir du pied de l'appareil ascogonial; l'enveloppe est une ascothécie typique;

E. Xylariales et Diatrypacées; au sein d'un stroma (*st*) se différencie un primordium, dans lequel le pied de l'appareil ascogonial n'engendre plus de carpocentre, mais seulement des filaments recouvrants, dont l'ensemble forme une enveloppe.

(A gauche sont figurés les primordiums (en pointillé lâche); au centre les carpocentres (pointillé dense) avec leur enveloppe carpocentrale (en noir); à droite les stades sub-adultes (quadrillé = plectenchyme nourricier; pointillé = garniture périloculaire; trait noir = enveloppe); l'appareil sporophytique a été représenté sous forme de lignes sinueuses ou en zig-zag).

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

carpes et l'apparition de l'ascothécie : il ne paraît d'ailleurs pas possible de donner une définition *statique* de l'ascothécie, mais il semble qu'elle soit le résultat d'une *évolution* au cours de laquelle :

— le carpocentre, dérivé d'un primordium (ou pro-carpocentre), s'est entouré, à sa périphérie, d'une enveloppe, plus ou moins comparable à l'enveloppe péricentrale des Lécanorales, et d'origine purement carpocentrale;
— la formation de cette enveloppe a progressivement fait disparaître (plus ou moins complètement) la formation ascostromatique dans laquelle se formait primitivement le carpocentre;
— par tachygénèse, l'appareil ascogonial, au lieu de se différencier dans le primordium, formé le premier, apparaît *avant* le primordium. Ensuite s'organise, autour de l'appareil ascogonial, un carpocentre, comme cela est le cas chez les Sordariales évoluées et également chez certaines Lécanorales (Collémacées par exemple) ;
— du fait de cette différenciation précoce de l'appareil ascogonial, le primordium, puis le carpocentre et son enveloppe, sont engendrés par le pied de l'ascogone (avec addition possible de filaments d'origine mycélienne à l'enveloppe) ;
— finalement l'enveloppe a pris une importance de plus en plus grande, tandis que le carpocentre devenait de plus en plus rudimentaire, et en fin d'évolution cessait même d'exister (*Triangularia bambusae*, Diatrypales, Xylariales), ses fonctions étant transférées à l'enveloppe.

En conclusion, chez les Pyrénomycètes, on doit réserver le terme d'« *ascothécie* », au sens strict, à toute enveloppe, carpocentrale ou non, qui est uniquement formée de filaments recouvrants nés du pied de l'appareil ascogonial. Il faut donner le nom de *pseudo-ascothécie* à toute enveloppe qui dérive au contraire d'un primordium différencié antérieurement à l'appareil ascogonial. Cette délicate distinction n'est possible qu'en examinant des stades très jeunes; au stade adulte, ascothécies véritables et pseudo-ascothécies sont tout à fait semblables morphologiquement.

(*Université PARIS VI, Laboratoire de Cryptogamie.*
9, Quai Saint-Bernard - 75 005 - Paris.)

Source : MNHN, Paris

BIBLIOGRAPHIE

BELLEMÈRE (A.). — Contribution à l'étude du développement de l'apothécie chez les Discomycètes Inoperculés. *Bull. Soc. Myc. Fr.*, 1967, **83**, 393-931.

CHADEFAUD (M.). — Les Végétaux non vasculaires (Cryptogamie). Tome I du *Traité de Botanique* de M. CHADEFAUD et L. EMBERGER, Paris, Masson édit., 1960, 1 vol. de XV + 1 018 pages, 713 fig.

CHADEFAUD (M.). — Sur le *Coryneum Kunzei* Corda et les organes reproducteurs des Ascomycètes (Conidiocarpes et Ascocarpes). *Bull. Soc. Myc. Fr.*, 1965, **81**, 120-164.

CHADEFAUD (M.), PARGUEY-LEDUC (A.) et BOUDIN (M.). — Sur les périthèces et les asques du *Preussia multispora* (Saito et Minoura) Cain et la position systématique du genre *Preussia*. *Bull. Soc. Myc. Fr.*, 1966, **82**, 93-122.

CORNER (E. J. H.). — Studies in the morphology of Discomycetes. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 1929, **14**, 263-291 et 1930, **15**, 107-134 et 332-350.

DOGUET (G.). — Les bases actuelles de la systématique des Pyrénomycètes et le cas du *Melogramma spiniferum*. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 1959, **249**, 2605-2607.

DOGUET (G.). — Organogénie du périthèce du *Coniochaeta ligniaria*. Comparaison avec l'organogénie des *Xylaria* et des Discomycètes angiocarpes. *Rev. de Mycol.*, 1959, **24**, 18-38.

DOGUET (G.). — Etude du *Melogramma spiniferum*, Pyrénomycète ascohyménié, annellascé, bituniqué. *Rev. de Mycol.*, 1960, **25**, 13-36.

DOPPELBAUR (H. W.). — Studien zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger endolithischen Pyrenocarpen Flechten. *Planta*, 1959, **53**, 246-292.

LETROUIT-GALINOU (M. A.). — Sur le développement de l'apothécie chez les Lichens de l'ordre des Lécanorales. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 1962 a, **255**, 3456-3458.

LETROUIT-GALINOU (M. A.). — Recherches sur le développement des apothécies du Lichen *Lecanora subfuscata* Magn. (Lécanoracées). *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 1962 b, **109**, 245-263.

LETROUIT-GALINOU (M. A.). — Recherches sur l'ontogénie et l'anatomie comparées des apothécies de quelques Discolichens. *Rev. Bryol.* et *Lichénol.*, 1966, **34**, 413-619.

LOUIS-TRUDEAU (D.). — Sur les organes reproducteurs de deux *Mycosphaerella* des feuilles des Chênes et du Châtaignier. *C. R. Ac. Sc.*, 1965, **261**, 4187-4190.

LUPO (P.). — Stroma and formation of perithece in *Hypoxylon*. *The Botanical Gazette*, 1922, **73**, 486-495.

LUTTRELL (E. S.). — Taxonomy of the Pyrenomycetes. *The University of Missouri Studies*, 1951, **24**, 120 p.

Source : MNHN, Paris

MOREAU (F. et Mme). — La reproduction sexuelle chez les Lichens du g. *Collema* et la théorie de Stahl. *C. R. Ac. Sc.*, 1926, **182**, 802-804.

MOREAU (F. et Mme). — Etude du développement du *Triangularia Bambusae* (van Beyma) Boedijn. *Rev. de Mycol.*, 1950, **15**, 146-158.

NANNFELDT (J. A.). — Studien über die Morphologie und Systematik der nicht lichenisierten, inoperculaten Discomyceten. *Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upps., ser. IV*, 1932, **8**, 1-368.

PARGUEY-LEDUC (A.). — Etude des asques et du développement de l'*Helminthosphaeria Clavariarum* (Desm.) Fuck. ap. Munk. *Bull. Soc. Myc. Fr.*, 1961, **77**, 15-33.

PARGUEY-LEDUC (A.) et CHADEFAUD (M.). — Les asques du *Cainia incarcerata* (Desm.) von Arx et Müller et la position systématique du genre *Cainia*. *Rev. de Mycol.*, 1963, **28**, 200-234.

PARGUEY-LEDUC (A.). — Sur le développement des périthèces chez les Diatrypacées. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 1965, **260**, 3735-3738.

PARGUEY-LEDUC (A.). — Recherches sur l'ontogénie et l'anatomie comparée des ascocarpes des Pyrénomycètes ascoloculaires (Thèse de Doctorat ès Sciences, Paris, 1966) : I. Les ascocarpes des Pyrénomycètes ascoloculaires bituniqués. *Ann. Sc. Nat., Bot., 12e série*, 1966, VII, 505-690. — II. Les ascocarpes des Pyrénomycètes ascoloculaires unituniqués. *Ann. Sc. Nat., Bot., 12e série*, 1967, VIII, 1-110.

PARGUEY-LEDUC (A.). — Recherches préliminaires sur l'ontogénie et l'anatomie comparée des ascocarpes des Pyrénomycètes ascohyméniaux :

I. Notions générales. *Rev. de Mycol.*, 1967 a, XXXII, 2, 57-68.

II. Structure et développement des ascothécies. *Rev. de Mycol.*, 1967 b, XXXII, 4, 259-277.

III. Les asques des Sordariales et leurs ascothécies, du type « *Diaporthe* ». *Rev. de Mycol.*, 1967 c, XXXII, 5, 369-407.

IV. Les asques des Diatrypacées et leurs ascothécies, du type « *Eutypa* ». *Rev. de Mycol.*, 1970, XXXV, 2-3, 90-129.

V. Les asques des Xylariales et leurs ascothécies, du type « *Xylaria* ». *Rev. de Mycol.*, 1971, XXXVI, 3-4, 194-237.

PARGUEY-LEDUC (A.). — Le stroma, les pycnides et les périthèces du *Cucurbitaria laburni* (Pers.) Ces. et de Not. *Rev. gén. Bot.*, 1970, **77**, 289-311.

STAHL (E.). — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten. 1877, Leipzig.

STRUKMANN (E.) et CHADEFAUD (M.). — Recherches sur les asques et les périthèces des *Nectria*, et réflexions sur l'évolution des Ascomycètes. *Rev. gén. Bot.*, 1961, **68**, 725-770.

VARITCHAK (B.). — Contribution à l'étude du développement des Ascomycètes. *Le Botaniste*, 1931, **23**, 1-183.

Source : MNHN, Paris

On the genus Viennotiella *

By C. V. SUBRAMANIAN and K. R. CHANDRA-REDDY
(Madras 5 and Hyderabad 30, India).

■

The genus *Viennotiella* was established by NEGRU (1964) to accommodate *Heteropatella hendersonioides* Fautr. and Lamb. NEGRU's diagnosis of *Viennotiella* is as follows :

« *Pycnidia erumpentia vel superficialia, discellacea, patelliforma vel hysteriacea, nigrescentia, glabra. Conidiophora basi dense fasciculata, filiformia vel ramosa, hyalina. Conidia fusiformia, pluriseptata, recta vel curvata, hyalina, pars apicalis leviter attenuata et longi-ciliata, basi obtusa et lateralia 1-3 ciliata* ».

FAUTREY and LAMBOTTE (1896) described *Heteropatella hendersonioides* as follows : « *Acervulis subcutaneis, minutissimis; sporulis curvatis, hyalinis, biseptatis, apice seta obliqua, basi tribus setis divergentibus vestitis, 20-25 × 3-4.* Hab. *in caulibus siccis* Bupleuri falcati *in Gallia* » (SACCARDO, 1899).

DIEDICKE (1904) assigned a fungus on *Bupleurum longifolium* L. to *Heteropatella hendersonioides* and added that the genus *Heteropatella* Fuckel belongs to the Melanconiaceae rather than the Excipulaceae. His illustration of the spores of this fungus (fig. 2 *in* DIEDICKE, 1904) shows somewhat fusiform, 2-septate conidia which are attenuate at the apex and have each a somewhat laterally placed single basal appendage. In a later paper, DIEDICKE (1915) transferred *H. hendersonioides* to *Pestalozzina* as *P. hendersonioides* (Fautr. and Lamb.) Died. In the same year, von HOEHNEL (1915, *Mitt. Bot. Lab. Techn. Hochsch. Wien* ■ : 26-29) also studied this fungus and wrote about it. According to him, the conidia are 3-celled, have a flexuous slender pedicel and 2-3 apical appendages and for this reason he transferred the

(*) Memoir N° 143 from the Centre for Advanced Studies in Botany, University of Madras 5, India.

Source : MNHN, Paris

fungus to the genus *Pestalozzina* as *P. hendersonioides* (Fautr. and Lamb.) Hoehnel.

GUBA (1961) examined the type specimen of *Heteropatella hendersonioides* and stated that the fungus present in the type material does not correspond to the genus *Heteropatella*. He agreed with von HOEHNEL's identification of the fungus as a *Pestalozzina*.

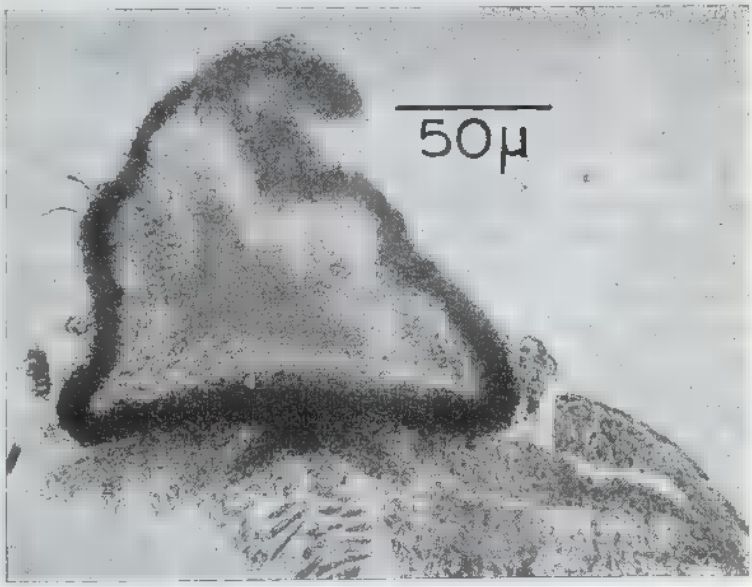


Fig. 1. — *Viennotiella hendersonioides*, from type material
Vertical section of a pycnidium.

Viennotiella was assigned by NEGRU to the Discellaceae-Hyalophragmiae and it was stated that it differs from *Heteropatella* in having many-celled conidia and also in the number of appendages, whereas from the diagnosis of FUCKEL (1873) it would appear that the conidia in *Heteropatella* were one-celled. NEGRU described and illustrated a fungus on stems and branches of *Bupleurum falcatum* which he considered to be the same as *Heteropatella hendersonioides* which was described by FAUTREY and LAMBOTTE on dry stems of the same host species from France and the collection on which the description was based was made by FAUTREY and was issued by ROUMEGUERE as Fungi Galliae

Source : MNHN, Paris

Exs. N° 7 227. One is not certain if NEGRU examined the type specimen of the fungus.

Through the courtesy of Dr. NEGRU, we have been able to examine material of the fungus on which NEGRU's description is based and we are able to confirm most of the features described by NEGRU in the case of his fungus. A description of the fungus based on our study is given below.

Pycnidia numerous, scattered, black, sub-epidermal, stromatic, innate-erumpent, elongate-fusiform in outline with a longitudinal cleft simulating the ascocarp of the Hysteriales, 390 (340-440) × 270 (205-300) μ; pycnidial wall 25-40 μ thick, composed of dark brown, pseudoparenchymatous cells (Fig. 1). Pycnidial cavity filled with a gelatinous mass mixed with hyaline, septate, branched hyphae arising from the wall; inner cells of cavity and conidiophores appearing to dissolve or disintegrate resulting in a hyaline, somewhat slimy substance. Conidiophores short, stout, sub-cylindrical, slightly broader at the base, aseptate (Fig. 2, b), hyaline, evanescent, 5,6-7,0 × 3,0-3,5 μ. Conidia elongate-fusiform, dorsiventral, straight or slightly curved, 4-septate, not constricted at septa, hyaline with median cells (but not the end cells) filled with granular contents usually with one oil globule in each; apical cell long, gradually tapering to a long straight or slightly curved, typically simple but sometimes branched appendage; basal cell short, truncate at the base, with 1-3 appendages (Fig. 2, c); appendages unequal in length, appearing to arise as lateral prolongations from the base of the cell. On stems and branches of *Bupleurum falcatum* L., near Brasov (R. P. R.), 15-8-1963. Type of *Viennotiella* (Herb. MUBL N° 2 242 slide).

The conidia are formed singly from the apex of each conidiophore. Developing conidia with a short attenuated apical cell devoid of granular contents were seen attached to the conidiophores. The basal appendages appeared to be developing after the conidia were shed.

Taxonomy of the Fungus

As already mentioned, FAUTREY and LAMBOTTE (1896) considered their fungus on *Bupleurum falcatum* to be a *Heteropatella*. The genus *Heteropatella* was established by FUCKEL (1873) for a fungus which he collected on *Linaria vulgaris* : this fungus he called *Heteropatella lacera*. FUCKEL's description of this genus

Source : MNHN, Paris

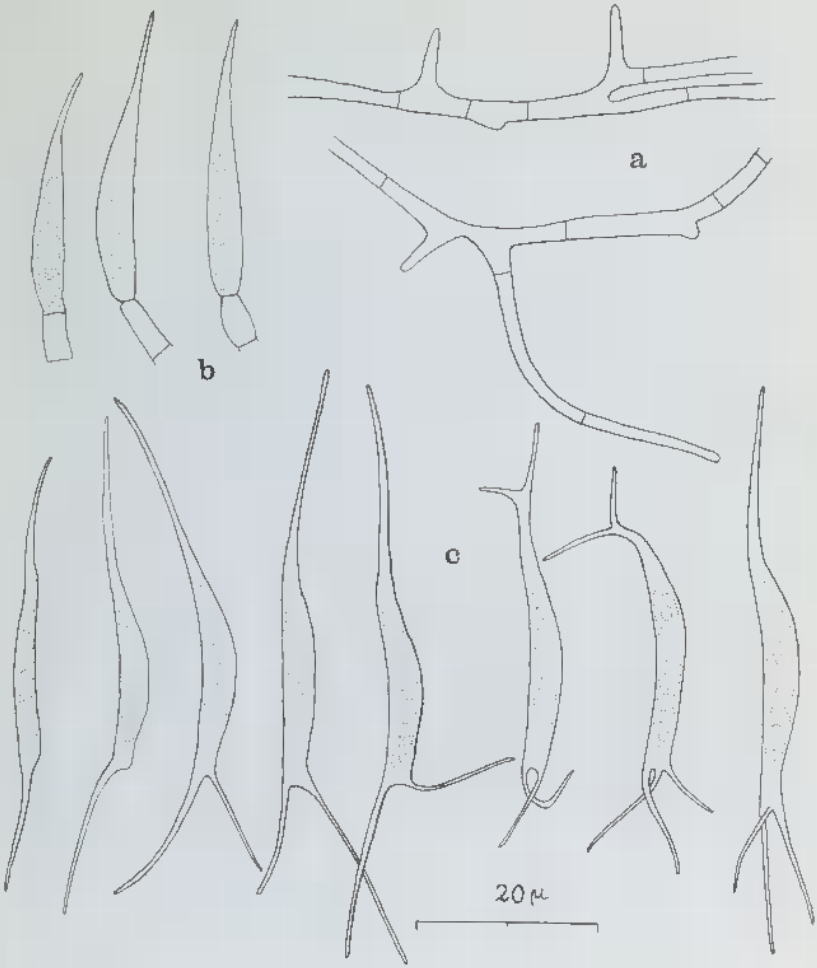


Fig. 2. — *Viennotiella hendersonioides*, from type material
a, Hyphae from a pycnidium; b, conidiogenous cells with young conidia; c, conidia.

was as follows : « *Perithecia sessilia, ventricosa, ore contracto, laciniato, coriacea; discus concavus, carnosus, discolor. Sporulae in sporophororum ramosorum apicibus, pedicellatae, fusiformes, simplices, apice longe appendiculatae, hyalinae* ». His description of *H. lacera* was as follows :

Source : MNHN, Paris

« *Peritheciis superficialibus, laxe gregariis sparsisve, 1/2-1 mill. latis, ventricosis, levibus, glaberrimis, atro-fuscis, coriaceis, ore contracto, in lacinias plerumque 6, subregulares, triangulares, patentes, parum pallidiores, dehiscentibus, disco concavo, carnoso, sordido, siccis clausis; sporophoris densissime verticaliter dispositis, ramosis, apice sporulas solitarias gerentibus: sporulis fusiformibus, curvatis, continuis multiguttulatis, hyalinis, pedicellatis, 26 × 4 apice appendiculo longo, filiformi, curvato, 26-30 μ longo, pedicello plerumque 16 μ longo abrupte insertis* » (SACCARDO, 1884).

FUCKEL's illustration of his fungus reproduced by ALLESCHER (1901) shows at least one septum in the distal part for some of the spores. On the basis of FUCKEL's description of the genus and the species, the conidia of this fungus have been considered to be amerospores by many mycologists and the fungus accordingly has been classified in the Excipulaceae-Hyalosporae (SACCARDO, 1884; ALLESCHER, 1901; CLEMENTS and SHEAR, 1931; BENDER, 1934; AINSWORTH and BISBY, 1961). GROVE (1937) included the genus in the Excipulaceae, but placed it in the group with filiform or fusoid aseptate spores.

Fuckel's Fungi rhenani 2 565 on which the description of his fungus was based was examined by WOLLENWEBER (1931) in connection with his monographic studies of the genus *Fusarium*. WOLLENWEBER stated that the conidia in Fuckel's material were mostly 3-septate and that they had a lateral appendage at the base; also, that the conidial apex was attenuate and filiform. WOLLENWEBER gave an emended description of the genus *Heteropatella* and also its type species *H. lacera* and these are quoted below :

Heteropatella Fuckel em. Wollenweber

« *Pycnidia sessilia erumpenti-superficialia, ventricosa, atra, sicce excipuliformia vel subcupulata, glabrescentia ore contracto, laciniato, coriacea, disco concavo, carnoso discolore praedita. Sporulae in sporophororum ramosorum apicibus dispositae elongato-fusiformes, fere rectae aut falcatae vel gibbosae, apice attenuato vel filifero, basi pedicellatae aut appendiculo lateraliter inserto quasi ciliatae, septatae, hyalinae. Conidia quoque occurunt forma magnitudineque pycnosporis valde similia, nunc libera mycelio albo-griseo instrata, nunc sporodochialia v. pionnotalia, hyalina, in massa gelatinosa ex albo cremea. Probe status imperfectus* Heterosphaeriae Grév. Tryblidiacearum Asco-

Source : MNHN, Paris

mycetum [Cfr. WINTER, *Hedwigia*, 9, 132 (1874) — LIND, Danish Fungi in Herb. E. ROSTRUP 1913, 138] ».

H. lacera Fuckel em. Wollenweber

« *Peritheciis superficialibus v. innato-erumpentibus, subgregariis sparsisve, 0,3-0,6 (ad 1) mm latis, ventricosis, levibus, glaberrimis, brunneo-nigris, coriaceis v. corneis, ore contracto, in lacinias plerumque 6, subregulares triangulares, patentes, parum pallidiores dehiscentibus, disco concavo, carnoso, sordido, siccis clausis; sporophoris densissime verticaliter dispositis, ramosis, apice sporulas solidarias gerentibus; sporulis elongato-fusiformibus, curvatis, inaequilateralibus gibbosis aut leniter falcatis, apice attenuato v. filifero 26 (17-30) μ longo, varie curvato, basi pedicellata v. appendiculo abrupte lateraliter inserto 16 (7-20) μ longo quasi ciliata ornatis, 3-, rarius 2- vel 4- septatis, 49 × 3 (40-56 × 2,6-4) μ (cellula apicali excepta 23-26 μ longis). Primo conidia forma magnitudineque pycnosporis valde similia oriuntur, nunc libera, mycelio albo-griseo instrata, nunc sporodochialia v. pionnotalia, hyalina, in massa gelatinosa, ex albo cremea. Stroma expansum e pallido fuscum.* Hab. *Primo in foliis subvivis quibus noxia, deinde in caulibus siccis putridis* Linariae vulgaris *et genistifoliae in Europa (Germania, Moravia, Dania, Britannia)* et *Amer. bor.* NOTA : *Fungus probe est stat. pycnid.* Heterosphaeriae linariae (Rabenh.) Rehm » (WOLLENWEBER, 1931).

As mentioned earlier, the genus *Viennotiella* was established by NEGRU in the belief that the conidia in *Heteropatella lacera* are not septate, NEGRU apparently being unaware of WOLLENWEBER's examination of FUCKEL's fungus; in addition, the presence of more than one basal appendage in the case of *H. hendersonioides* was considered sufficiently significant to warrant removal of this species from *Heteropatella*. In fact, this difference in the number of basal appendages is the only feature on which the two genera *Heteropatella* and *Viennotiella* can be distinguished — a line of separation which, in our humble opinion, may not be adequate. *Heteropatella hendersonioides* seems to be a good *Heteropatella* and, if this is correct, then *Viennotiella* would be a superfluous generic name.

Acknowledgements: We are grateful to Professor Dr. A. NEGRU of Bucharest for loan of his specimen of *Viennotiella hendersonioides*. One of us (KRC) is thankful to the University Grants Commission for the award of a Junior Research Fellowship.

Source : MNHN, Paris

REFERENCES

AINSWORTH, G. C. and BISBY, G. R. (1961). — *A Dictionary of the Fungi*, 547 pp., Commonwealth Mycological Institute, Kew.

ALLESCHER, A. (1901). — Fungi imperfecti, hyalinsporige Sphaerioideen, *in* Rabenhorst's *Kryptogamenflora*, 1 016 pp., Eduard Kummer, Leipzig.

BENDER, H. B. (1934). — *The Fungi Imperfecti : Order Sphaeropsidales, with keys and references for the Genera*, 52 pp., Publ. by the author.

CLEMENTS, F. E. and SHEAR, C. L. (1931). — *The Genera of Fungi*, 496 pp., The H. W. Wilson and Company, New York.

DIEDICKE, H. (1904). — Fungi imperfecti aus Thüringen. *Ann. mycol.* 2 : 179-183.

DIEDICKE, H. (1915). — Pilze VII Sphaeropsideae, Melanconieae. *Krypt. Flora Mark Brandenb.* 9 : 837.

FAUTREY, F. and LAMBOTTE, E. (1896). — Espèces nouvelles de la Côte-d'Or. *Rev. mycol.* 18 : 143.

FUCKEL, L. (1873). — *Symb. mycol.* 2 : 54.

GROVE, W. B. (1937). — *British stem- and leaf-Fungi (Coelomycetes)*, 2 : 155, University Press, Cambridge.

GUBA, E. F. (1961). — *Monograph of Monochaetia and Pestalotia*, 342 pp., Harvard University Press, Cambridge, Mass.

NEGRU, A. (1964). — Quelques espèces de Micromycètes nouvelles de Roumanie. *Bull. Soc. mycol.* Fr. 80 : 223-231.

SACCARDO, P. A. (1884). — *Syll. Fung.* 3 : 670.

SACCARDO, P. A. (1899). — *Syll. Fung.* 14 : 999-1 000.

WOLLENWEBER, H. W. (1931). — Fusarium-Monographie. Fungi parasitici et saprophytici. *Z. Parasitenk.* 3 : 502-507.

(University Botany Laboratory, Madras 5, India, and Department of Plant Pathology, Andhra Pradesh Agricultural University, Hyderabad 30, India.)

Source : MNHN, Paris

ANALYSES BIBLIOGRAPHIQUES

■

G. S. de Hoog. — The genera *Beauveria, Isaria, Trilirachium* and *Acrodontium* gen. nov. *Studies in Mycology* 1, 41 pp., C. B. S. Baarn, 1972 (10 Fl).

Le C. B. S. de Baarn inaugure avec cette monographie des *Beauveria* et genres affines une série de publications consacrées à la systématique des Micromycètes et appelées sans doute à s'imposer, à titre de références indispensables, à côté des *Mycological Papers* de Kew. Deux équipes, deux écoles appliquées l'une et l'autre à l'observation rigoureuse des organismes, à l'analyse précise de leurs structures et de leur mode de développement, en référence aux travaux antérieurs et aux documents originaux, avec le souci d'ordonner et de clarifier une nomenclature souvent confuse. Des séries de publications de style et de présentation tout à fait comparables, mais qui révèlent cependant un esprit différent et une méthodologie propre à chaque Institut.

Le C. M. I. de Kew, fondé autour de son Herbier, auquel est venue s'adjoindre plus tardivement une collection de cultures, a vocation d'étudier des organismes « sauvages », récoltés et observés d'abord dans la nature, avec leur physionomie caractéristique, leurs substrats d'élection, leur écologie. La culture, lorsqu'elle est possible, vient en appoint à l'observation directe, à quoi elle apporte une confirmation expérimentale, mais elle n'apparaît pas toujours indispensable au naturaliste rompu à l'analyse des phénomènes naturels.

Le C. B. S. s'appuie sur une incomparable collection de cultures, riche de dizaines de milliers de souches vivantes. Les organismes, soumis à des conditions de développement variées, testés sur des milieux artificiels ou semi-artificiels, révèlent toute la complexité de leur biologie et la variabilité de leurs structures. La culture au Laboratoire met à la disposition de l'observateur une masse d'informations qu'il lui appartient d'apprécier et de hiérarchiser. L'examen du matériel de référence, s'il en existe, l'analyse des travaux antérieurement publiés, déçoivent souvent le chercheur par le caractère fragmentaire ou ambigu des renseignements qu'ils apportent; ces données se prêtent mal, en effet, à l'interprétation statistique de l'organisme qui s'impose plus ou moins sciemment au mycologue confronté à ses aspects multiples et changeants.

Source : MNHN, Paris

La monographie que propose l'auteur néerlandais illustre bien, semble-t-il, à la fois l'intérêt et les difficultés de l'étude systématique des micromycètes cultivés. L'observation d'isolements récents, ainsi que des multiples souches entretenues au C. B. S., comparés au matériel d'herbier, a permis à l'auteur de décrire avec précision et de délimiter rigoureusement les espèces dans un groupe d'organismes dont quelques-uns — les pathogènes d'insectes — sont importants par leurs incidences économiques, mais où régnait encore une certaine confusion. C'est un élément positif de valeur indiscutable. Cependant la répartition de ces champignons dans les différents genres et les amendements apportés à leur dénomination vont à l'encontre de notions communément admises et dérouteront sans doute nombre d'utilisateurs. Certaines de ces modifications s'imposaient en vertu des règles de la nomenclature. Ainsi les *Beauveria* entomopathogènes à spores ellipsoïdes ont été indûment dénommés *B. tenella* ou *B. densa*, les types de ces deux espèces ne se distinguant pas du *B. bassiana*, à spores rondes; G. S. de Hoog confirme la validité de la coupure, mais les rapporte maintenant au *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch. Quant à la définition et aux limites du genre *Isaria*, elles découlent du choix d'*Isaria felina* (DC. per Fr.) Fr. comme lectotype d'un genre à l'origine mal défini (von Arx, 1970). Dans son acception courante, *Isaria* désigne les formes stilbacées de *Beauveria*, et s'applique communément aux espèces entomophages; selon les critères ici retenus, le genre ne comporte plus que deux espèces dont une seule, *I. orthopterorum* Petch, est inféodée aux insectes; les formations érigées qui apparaissent parfois sur des hôtes attaqués par *B. bassiana* ou *B. brongniartii*, et se maintiennent occasionnellement en cultures, en sont obligatoirement exclues. Il nous semble que la situation eût été plus claire en rejetant la dénomination ambiguë d'*Isaria* et en affectant d'un autre nom de genre l'*I. felina*. Est-il bien certain d'ailleurs que l'espèce de Petch lui soit congénérique? Sa spécificité, sa physionomie, l'aspect et la disposition des cellules sporogènes évoquent les *Beauveria* typiques, dont les séparerait une modalité assez subtile de la conidiogénèse. Or on ne dispose, pour définir cette espèce, que d'un matériel d'herbier limité; on aimerait pouvoir suivre son comportement en cultures, avant de décider de son attribution générique.

Cette réserve s'applique, dans une certaine mesure, au traitement des genres *Tritirachium* Limber et *Acrodontium* gen. nov., qui comportent des espèces physionomiquement très proches, mais que l'analyse de la conidiogénèse conduit à séparer génériquement. Le critère fondamental appliqué à la définition des quatre genres envisagés est, en effet, le mode d'accroissement de l'apex fertile de la cellule sporogène; l'auteur introduit dans la notion sous-entendue de « sympodule » une diversité qui s'impose sans doute à l'observation, mais qu'il est souvent bien difficile, à l'usage, de cerner avec

Source : MNHN, Paris

assez de précision pour justifier la coupure de rang générique. En fait, deux caractères sont associés dans la description de l'apex sporogène : d'une part la localisation et la direction de son accroissement, qui induisent la forme de cet apex : court et digité, ou en rachis anguleux, ou long et simplement denticulé; d'autre part, le mode d'insertion de la conidie : ponctuel ou pédicellé. Deux caractères auxquels nous n'attribuons pas la même valeur. Le premier est vraisemblablement contingent, plus ou moins soumis aux facteurs écologiques ou aux conditions de culture, et admet des termes de passage; c'est sans doute le cas du *Tritirachium album* Limber, que nous verrions aussi bien près des *Acrodontium* que dans les *Beauveria* où il est ici reclassé. Le mode d'insertion des conidies, sur un denticule étiré ou ponctuel, ou sur un pédicelle plus ou moins large, nous semble par contre plus significatif; dans la mesure où il conditionne l'abscission de la spore et sa libération, il assume un rôle biologique digne d'examen. Mais nous sommes ici à la limite des possibilités d'observation en microscopie optique, et l'observateur le plus qualifié n'échappera pas toujours au risque d'erreur, ou à une inconfortable incertitude.

C'est cette impasse à laquelle on semble aboutir qui, paradoxalement, fait le prix de ce travail. Il invite à pousser plus loin encore l'analyse de ces micromycètes, avec des moyens d'observation plus précis; la microscopie électronique, sans doute, permettrait de préciser les relations de la conidie avec la cellule-mère et de juger de la valeur du critère proposé. A la lumière des observations ultramicroscopiques, il conviendrait alors de regrouper les caractères conjoints, plus accessibles au commun des mycologues, et de proposer une classification de ce groupe de champignons fondée sur des critères moins subtils. Jacqueline NICOT

A. C. Stolk et R. A. Samson. — The genus *Talaromyces*. Studies on *Talaromyces* and related genera II. *Studies in Mycology* 2, 65 pp., C. B. S. Baarn, 1972 (15 Fl).

Les révisions systématiques entreprises au C. B. S. et traduites par la publication, en 1968, d'une monographie du genre *Eupenicillium* Ludwig (*) puis de celle, ici présentée, relative aux *Talaromyces* Benjamin, s'inscrivent dans une série de travaux déjà ébauchés et systématisés en 1935 par EMMONS (**), concrétisés en 1955 par la création du nouveau genre de BENJAMIN (***), aux fins de mettre de

(*) D. B. SCOTT. — The genus *Eupenicillium* Ludwig. Rep. Counc. scient. ind. Res. S.-Afr. 272, 1-150, 1968.

(**) C. W. EMMONS. — The ascocarps in species of *Penicillium*. Mycologia 27, 128-150, 1935.

(***) C. R. BENJAMIN. — Ascocarps of *Aspergillus* and *Penicillium*. Mycologia 47, 669-687, 1955.

Source : MNHN, Paris

l'ordre parmi les formes ascosporées associées à un certain nombre d'espèces de *Penicillium*, réparties dans plusieurs séries. Le genre introduit par BENJAMIN définit essentiellement des espèces dont la forme conidienne est biverticillée-symétrique, appartenant pour la plupart à la série *P. luteum* sensu Raper et Thom, et dont les fructifications parfaites sont des cléistothèces (*ascomata*) à paroi peu différenciée, formée d'un feutrage plus ou moins dense de filaments végétatifs. Les *Talaromyces* se distinguent ainsi nettement des espèces à ascocarpes sclérotioïdes, fermes ou très durs, rapportées à présent au genre *Eupenicillium* Ludwig (syn. *Carpenteles* Langeron), et qu'on trouve associées à des *Penicillium* monoverticillés ou divariqués.

Les chercheurs néerlandais abordent par un autre biais le problème des *Penicillium* ascosporés. Subordonnant les caractères du stade conidien à ceux de la forme de reproduction sexuée, ils distinguent les différents types de fructifications rencontrées chez les *Penicillium* en fonction, non seulement de la nature de leur paroi, mais aussi des modalités de leur développement et de la disposition des asques, s'efforçant de les situer avec précision dans une classification rationnelle des *Eurotiacées*. Ils ont été ainsi amenés naguère à distinguer dans le genre *Talaromyces* Benjamin deux groupes d'espèces : celles dont les asques sont disposés en chaînes, conformément au type, et d'autres dont les asques, résultant de l'évolution d'une dangeardie typique, sont finalement isolés, et pour lesquelles ils ont créé le genre *Hamigera* (*). Cette disposition caténée des asques sépare également les *Talaromyces* de deux autres genres affines : *Byssochlamys* Westling et *Thermoascus* Miehe.

Tel qu'il nous est proposé dans la présente monographie et ainsi délimité, le genre *Talaromyces* est cependant plus vaste et plus diversifié que ne l'avait pressenti BENJAMIN. Il recouvre des formes conidiennes appartenant, non seulement aux *Penicillium* biverticillés-symétriques, mais aussi à des formes monoverticillées ou divariquées, et même au genre *Paecilomyces*, rompant ainsi avec la notion de « *Penicillium* ascosporés » traditionnellement associée à ce groupe d'organismes. Le caractère hétérogène du genre se manifeste également sur d'autres points : paroi de l'ascocarpe plus ou moins dense, structure des ébauches ascogoniales, forme et ornementation des ascospores — qu'illustrent bien les micrographies en microscopie électronique à balayage —, degré de thermophilie; si bien que l'on pourrait envisager des coupures génériques plus étroites. Dans l'impossibilité d'établir des corrélations précises entre les diverses caractéristiques de chaque espèce, les auteurs écartent cette solution,

(*) A. C. STOLK et R. A. SAMSON. — Studies on *Talaromyces* and related genera I. *Hamigera* gen. nov. and *Byssochlamys*. Persoonia 6, 341-357, 1971.

Source : MNHN, Paris

et maintiennent un seul genre qu'ils divisent en quatre sections : *Talaromyces*, *Emersonii*, *Thermophila*, *Purpurea*, se référant surtout à la structure de l'appareil conidien. Des 16 espèces reconnues, huit l'étaient déjà par BENJAMIN, deux sont nouvellement décrites; il s'y ajoute deux variétés également originales; parmi les combinaisons nouvelles, cinq sont des transferts de la famille des Gymnoascacées : deux espèces de *Gymnoascus* et trois *Arachniotus*. Toutes sont, comme il se doit, décrites et figurées au trait, pourvues de diagnoses latines quand les auteurs (BENJAMIN, UDAGAWA) avaient négligé de le faire. De bonnes clés dichotomiques doivent conduire sans ambiguïté à l'identification des organismes : clé des genres d'Eurotiacées à forme conidienne *Penicillium* ou *Paecilomyces* et des sections du genre *Talaromyces*, clé des espèces sous la rubrique de chaque section, clé de l'ensemble des espèces et variétés fondée sur les caractères de l'ascospore. On regrette seulement l'absence d'un index général des noms cités, qui ferait apparaître plus clairement les synonymies introduites sous un certain nombre d'espèces. Cette lacune sera aisément surmontée par les chercheurs qui seront vite familiarisés avec la monographie de STOLK et SAMSON, appelée à devenir, avec les autres publications du C. B. S., un ouvrage de référence essentiel pour la détermination des *Penicillium* ascosporés.

Outre son intérêt pratique évident, cet excellent travail offre matière à réflexion. Bien des observations rapportées dans le texte, et la diversité même des structures conidiennes associées à un seul genre, disposent à une attitude critique vis-à-vis des bases d'identification introduites par ailleurs dans le genre *Penicillium*; elles soulignent le caractère artificiel, parfois arbitraire, de certaines coupures, et singulièrement des critères de détermination des sections. Beaucoup sans doute seront satisfaits de voir étroitement rapprochés les *Paecilomyces* et les *Penicillium*, la série nouvellement créée du *Penicillium cylindrosporum* établissant un terme de passage entre les deux genres.

On retiendra aussi la discussion relative aux rapports des *Talaromyces* avec les Gymnoascacées, dont pas moins de quatre genres ont le même type de cléistothèces que les *T*. Au terme de cet examen, les auteurs reconnaissent que le caractère le plus sûr pour distinguer les deux familles n'est autre encore que la forme conidienne, phialosporée chez les Eurotiacées, absente ou de type arthro- ou aleuriosporé chez les Gymnoascacées; conclusion sans doute peu satisfaisante pour les spécialistes des Ascomycètes accoutumés à n'accorder, et à juste titre, qu'une valeur toute relative aux formes de reproduction végétative. Faut-il souligner cependant que la phialoconidie traduit un mode de multiplication agamique hautement différencié, sans équivalent dans le règne végétal et, parmi les Champignons, seulement représenté chez certains groupes d'Ascomy-

Source : MNHN, Paris

cètes? La signification ontologique d'une telle structure ne saurait être négligée; l'étude systématique rigoureuse de genres ascosporés, tels *Talaromyces*, auxquels elle se trouve électivement associée, permet ainsi de cerner le problème des rapports entre formes de reproduction sexuées et asexuées, et de concevoir l'intérêt phylogénétique de ces relations. Jacqueline NICOT

M. Tulloch. - The genus *Myrothecium* Tode ex Fr. Mycological Papers *130*, 42 pp., C. M. I., Kew, 1972.

Le genre *Myrothecium* Tode comporte quelques espèces d'importance économique notable, soit par leurs propriétés cellulolytiques, antifongiques ou antibiotiques, soit par leur caractère toxique ou phytopathogène. Ainsi les deux espèces les plus actives, *M. verrucaria* et *M. roridum*, ont fait l'objet de nombreuses études morphologiques et surtout biochimiques. Au point de vue systématique, par contre, on ne dispose guère, outre les descriptions princeps, que des trois publications de PRESTON (1943, 1948, 1961), et d'une compilation récente de PIDOPLICHKO et KIRILENKO (1971).

La monographie présentée par M. TULLOCH apporte une information précise et exhaustive sur le genre, fondée sur l'examen d'un matériel considérable, exsiccata (dont 36 échantillons-types) et cultures. Les caractéristiques du genre et ses limites sont d'abord définies par comparaison avec un certain nombre de genres affines. Le traitement systématique des espèces manifeste un souci de clarté et de simplification qui conduit l'auteur à réduire considérablement le nombre des taxa : des 55 épithètes spécifiques appliquées dans la littérature au genre *Myrothecium*, 7 seulement sont ici retenues; il s'y ajoute deux espèces nouvelles : *M. prestonii* et *M. masonii*, et 3 combinaisons nouvelles; le stade conidien *Myrothecium* de *Nectria bactridioides* est décrit pour la première fois; c'est la seule relation que l'on puisse établir entre un *M.* et une forme parfaite de reproduction. Les coupures, à l'intérieur d'un genre de physionomie remarquablement homogène, sont fondées sur un petit nombre de critères morphologiques et biométriques : présence ou absence de soies autour de la fructification, ornementation, dimensions et forme des spores, dimensions des phialides, qui laissent à chaque espèce une marge de variabilité appréciable.

Une conception aussi large de l'espèce, qui implique de très nombreuses synonymies, ne recevra sans doute pas une approbation unanime; s'agissant d'organismes pour la plupart polyphages, cosmopolites, fréquents dans les sols, qui manifestent une souplesse d'adaptation évidente, la position adoptée par l'auteur nous paraît cependant tout à fait raisonnable. Jacqueline NICOT

Source : MNHN, Paris

SUPPLÉMENT
A LA REVUE DE MYCOLOGIE

Les Champignons dans la destruction de la Nature

Les Mycologues et la Protection de l'Environnement

■

Depuis quelques années, l'opinion publique est largement sensibilisée aux problèmes des pollutions de l'habitat naturel; la presse, la radio, la télévision multiplient les informations, les mises en garde, les protestations, à l'occasion d'événements spectaculaires comme l'affaire du Torrey Canyon, les empoisonnements mercuriels au Japon ou, plus près de nous, les « boues rouges » de la côte méditerranéenne. L'information est plus discrète et plus prudente lorsque l'intérêt public semble justifier les atteintes au site naturel : traversée de forêt par une autoroute, construction de barrages, destruction des haies en vue du remembrement, etc... Dans ces cas où les éléments du procès sont mal connus du public et le bilan difficile à établir, seuls bien souvent les groupements ou organismes spécialement constitués en vue de la protection de la nature s'émeuvent et tentent de limiter les dégâts.

Les mycologues ne sont pas indifférents à ces problèmes; le succès de la chronique ouverte dans les pages de cette Revue, les témoignages qui s'y expriment, les réactions qu'ils suscitent, en rendent compte avec évidence. Récemment, la Société Mycologique de France, consciente que seul un mouvement d'opposition important et coordonné parviendra à sauver les forêts menacées, s'est elle aussi jointe à cette action; un groupe de travail a été constitué pour étudier les objectifs à poursuivre et en rechercher les moyens.

Mais groupes de travail, comités, organismes de défense ne peuvent pas grand'chose s'ils n'apportent, à l'appui de leurs arguments et des grandes déclarations de principe, le soutien massif de l'opinion publique.

Source : MNHN, Paris

Les amateurs de champignons sont-ils bien conscients de ce problème, de leurs intérêts compromis, mais aussi de leurs responsabilités et des moyens dont ils disposent, à leur échelle, pour s'associer efficacement à la conservation de la nature?

Certes, les collecteurs constatent d'année en année les modifications et les restrictions apportées à leurs lieux de récoltes : les champs transformés en pâtures closes; les sentes forestières qui font place aux chemins creusés d'ornières, au sol tassé par le poids des tracteurs; le cours rectifié du petit ruisseau qui serpentait dans les prés; le marécage asséché; l'ensemble immobilier implanté au milieu d'un bois; la tranchée brutalement entaillée au flanc du coteau boisé, pour y faire passer la route. D'autres transformations sont plus subtiles, mais non moins lourdes de conséquences pour le mycologue : les engrais chimiques substitués aux fumures organiques, les herbicides qui ne respectent que les graminées, modifient profondément le sol et la végétation naturelle; les modes d'exploitation des forêts ont changé : les troncs mal venus et les menues branches, peu rentables, sont laissés sur place où ils pourrissent; les essences indigènes, les feuillus, cèdent le pas aux conifères; les prés en pente, difficiles à faucher, sont plantés en épicéas et en mélèzes du Japon.

Ainsi, des espèces fongiques autrefois abondantes disparaissent peu à peu; d'autres alors considérées comme des raretés, et d'autant plus précieuses à l'amateur comme au savant, sont désormais introuvables. Il est vrai que l'on voit apparaître dans les stations modifiées des champignons hier inconnus ou très rares, que les nouvelles conditions de l'habitat semblent favoriser. Mais on ne saurait dire que le bilan est positif. Il ne l'est certes pas aux dires des mycophages, qui récoltent les champignons à des fins purement gastronomiques : la raréfaction de certaines espèces alimentaires : truffes, bolets, chanterelles,... est un fait certain.

Faut-il se contenter de le déplorer, quitte à donner son adhésion à quelqu'association pour la défense de la nature, et à signer des pétitions? Au plan proprement mycologique, on ne peut guère compter sur le soutien du grand public : il n'est pas question d'exciter les passions et de mobiliser les foules en faveur d'une station d'Hygrophores, ni même d'un coin à Morilles ou d'une troupe de délicieux « meuniers ». Pour beaucoup, et malgré les connaissances acquises, les champignons ne sont encore que

Source : MNHN, Paris

des caprices de la nature, des formes végétales mal définies, mal connues, dont on ne conçoit pas très bien l'intérêt. Il y a certes les « bons » — un petit nombre d'espèces comestibles —, mais surtout les « mauvais », la foule des autres, que l'on croise avec indifférence, quand on ne les aborde pas avec la méfiance et même la crainte héritées de préjugés ancestraux.

Pour s'intéresser à leur conservation, et participer par le biais de la mycologie à la préservation de notre environnement biologique, il est indispensable de prendre conscience du rôle que les champignons assument dans la nature, bien au-delà des satisfactions qu'ils procurent aux gastronomes. La fructification qui s'épanouit sur la terre ou sur les troncs d'arbres n'est pas le « tout » du champignon. A l'intérieur du sol, les mycéliums mènent une vie cachée, élément essentiel de l'équilibre biologique; avec les bactéries, ils concourent à la décomposition des débris végétaux et animaux, transforment les feuilles et le bois morts en humus, libèrent les substances élémentaires à nouveau utilisables par les plantes; associés en mycorrhizes aux racines des arbres et d'autres végétaux supérieurs ils participent à leur nutrition et à leur développement. Les champignons microscopiques sont partout mêlés à notre vie; si certains sont des parasites redoutables de nos cultures, si d'autres sont pathogènes de l'homme ou des animaux, si des moisissures dégradent nos produits alimentaires et nos matériaux, beaucoup ont pour nous un rôle bénéfique. On leur doit le pain et la bière, le vin, les fromages, toutes les boissons alcoolisées, des antibiotiques, des vitamines et une grande variété de substances chimiques d'usage industriel ou pharmaceutique, sans oublier des protéines dont on nourrit déjà le bétail, et bientôt les populations affamées. Quelques-uns, prédateurs ou parasites, sont nos auxiliaires dans la lutte contre les nématodes ou les insectes nuisibles. Ils sont présents dans les stations d'épuration des eaux où ils décomposent les déchets industriels et ménagers, et on ne désespère pas de sélectionner les espèces capables d'assimiler les pires « nuisances » : matières plastiques, sels métalliques, produits pétroliers.

Informés du rôle essentiel tenu par les champignons au sein des équilibres biologiques et de l'intérêt qu'ils présentent pour le bien-être et même la survie de l'humanité, comment les mycologues amateurs peuvent-ils favoriser leur conservation? En s'associant, bien sûr, à toutes les mesures qui visent à la protec-

Source : MNHN, Paris

tion de la nature; mais aussi en s'imposant une discipline qui respecte la biologie de ces organismes :

— Les mycéliums sont fragiles, pour ne pas dire susceptibles : n'assure-t-on pas qu'un cèpe qu'on a regardé ne pousse plus? Evitons de tasser la terre en la piétinant sans mesure; automobilistes, ne pénétrons pas dans les sous-bois, mais laissons notre voiture au bord des chemins.

— Pourquoi ce coup de pied dans le champignon véreux ou l'espèce malodorante? Laissons-les accomplir leur cycle et produire leurs spores.

— Ménageons le mycélium au pied du chapeau que nous récoltons; point n'est besoin de gratter et de taillader le sol tout autour.

— Inutile de cueillir les exemplaires trop avancés ou trop jeunes que nous sommes assurés de rejeter, parce que peu appétissants ou douteux, lorsque viendra l'heure de les préparer pour le repas. Evitons aussi de récolter plus de champignons que nous ne pourrons en consommer, nous et les voisins que nous ferons profiter de l'aubaine.

— Quoi qu'il en soit, n'épuisons jamais complètement une station; il faut en laisser pour les récoltes prochaines... et pour les autres!

— Jardiniers, ménageons le sol, réceptacle de microorganismes indispensables à la vie; n'abusons pas des engrais chimiques; pour traiter nos plantations et nos arbres, utilisons judicieusement des produits de qualité reconnue, en temps voulu et dans les proportions recommandées.

— Le même conseil pourrait s'adresser aux ménagères, qui n'ont que trop tendance à employer des quantités excessives de détergents, incomplètement « biodégradables », quoiqu'on en dise.

Le respect de ces règles, et de celles que suggèreraient les conditions particulières et l'observation attentive des « mœurs » des champignons, contribuera d'abord à la conservation des ressources fongiques, pour la satisfaction des amateurs; mais aussi à l'éducation du « sens de la nature » qui commande en toutes circonstances la prudence et la mesure, sans préjudice de l'intérêt passionné que suscite la fréquentation de la nature vivante.

Jacqueline Nicot

Source : MNHN, Paris

Nature, Culture et Loisirs

■

Pour ne pas abuser la bonne foi des lecteurs, il me semble très opportun de préciser d'emblée que le mot « culture » a gardé dans cet article son sens agricole primitif de « travail de la terre ». Les loisirs dont je me propose de vous entretenir sont donc ceux de « l'Homo agrestis », c'est-à-dire ceux de l'Homme des champs qui a survécu dans la contrée du Bassigny parce qu'il a su résister aux exhortations officielles à déserter son terroir. Mais il me semble déjà bien loin le temps où les paysans étaient les forçats volontaires d'une société laborieuse. Cependant je crois que l'éloignement des années écoulées me paraît d'autant plus grand que la mutation profonde de la vie agraire s'est opérée sans transition et avec une brutalité traumatisante. On ne peut croire qu'une telle révolution ait pu s'opérer dans le monde agricole dont on connaît le conservatisme entêté.

Pourtant le « Machinisme » est entré dans les mœurs des campagnes pour l'exécution des travaux champêtres. Lentement, insidieusement, cette « subversion » du Machinisme s'est propagée au cours des dix années qui ont suivi la fin de la deuxième guerre mondiale. Maintenant, le Machinisme est vainqueur partout et sa domination puissante s'exerce sur les hommes. Sa présence a même parfois suffi à convertir les esprits les plus réfractaires au progrès, et ce revirement a pu surprendre par sa grande soudaineté. Ainsi, les plus courageux des jardiniers amateurs « n'avaient plus de bras » en voyant un motoculteur de moyenne puissance retourner un are de terrain en moins d'une heure alors qu'une bêche exigeait, pour la même besogne, dans nos terres fortes, au moins huit heures de travail. Si vous avez la curiosité de visiter un réduit où l'on remise des outils de jardin, vous y verrez sans doute encore une bêche, mais bien rouillée. Aujourd'hui, presque tous les jardins sont bêchés avec des motoculteurs et, au printemps, paysans et paysannes peuvent savourer commodément la douceur de la saison.

En mai et juin, c'en est fini des journées monotones de sarclage des céréales. J'ai conservé le sarcloir de mon grand-père

Source : MNHN, Paris

comme une précieuse relique car il constitue un objet témoin d'un autre âge. Les désherbants se chargent maintenant d'une besogne manuelle ingrate et ennuyeuse, avec une efficacité inégalable par la main de l'homme. Mais quel triste progrès constitue la conquête et l'usage de telles armes chimiques, dont l'innocuité pour l'Homme et les animaux n'est reconnue que par ceux qui refusent volontairement et obstinément d'ouvrir les yeux! A propos, avez-vous déjà observé une « sanve » ou « moutarde des champs » (*Sinapis arvensis*) traitée par des désherbants hormonaux? Pour un ami de la Nature, il est pénible de regarder une plante, même réputée nuisible, se déformer de toutes parts et arrêter sa croissance avec des torsions de tiges et des boursouflures sur les feuilles. On a vraiment l'impression d'être en présence d'un cancer. Le blé absorbe aussi ces vilaines substances et y résiste. Mais l'Homme, qui consomme la farine du blé imprégné de ces produits chimiques, jouit-il d'une résistance aussi grande que celle de ce végétal vis-à-vis des ingrédients qui ont supplanté l'antique sarcloir? J'ai pu observer que les abeilles de mes ruches mouraient en grand nombre chaque année, peu après la floraison des « sanves » traitées avec ces produits chimiques. Les populations des ruches sont fréquemment réduites à 50 % de leurs effectifs après le traitement hormonal des « sanves » au mois de juin. Il est vrai que la plupart des agriculteurs attendent que leurs champs soient jaunes de « sanves » en fleur pour se décider à désherber chimiquement, mais cet exemple effrayant montre que nous pouvons redouter pour nous-mêmes la sommation des effets de telles substances.

C'est la moissonneuse-batteuse qui procure aux cultivateurs le plus grand nombre d'heures de loisirs. Il y a 25 ans, tous étaient astreints à de pénibles séances de battage du grain dans les granges, au milieu d'une atmosphère obscurcie par une poussière brune provenant de récoltes plus ou moins ravagées par les maladies cryptogamiques. Le battage durait une grande partie de l'hiver. Le temps consacré à manipuler le fumier à la ferme, à le charrier et à l'épandre dans les champs, s'est aussi considérablement réduit en hiver grâce à la méthode de stabulation libre, à l'emploi de fourches mécaniques et d'épandeurs tractés. Alors quelles sont les conséquences de cette « libération » de nos cultivateurs? Que font-ils de leurs heures de loisirs en hiver? Leur temps libre est occupé de deux façons, selon leur tempérament, qui peut être nonchalant ou actif.

Source : MNHN, Paris

Les machines limitent la durée des efforts physiques et certains éléments des campagnes apprécient ces bienfaits. Ils se complaisent dans l'oisiveté et s'ils acceptent volontiers de faire librement des heures supplémentaires pour accomplir certains travaux indispensables, c'est pour se libérer au plus tôt de leurs besognes saisonnières afin d'accroître la durée de leurs loisirs. Cette particularité se remarque souvent chez l'individu musclé. Nous sommes en présence du type « costaud » qui travaille par à-coups en déployant une énergie considérable afin de savourer au plus vite la douceur des loisirs oisifs. Et quels loisirs! Visites de cafés, badauderie sur les foires, présence « corporelle » à des réunions d'organismes agricoles, ou bavardages au village sur le seuil des maisons! Pourtant, ma préférence va à ce comportement et je sais que je vais choquer certains lecteurs. Mais je m'exprime en ami de la Nature et je suis enclin à penser que les vrais oisifs sont moins nocifs que les agriculteurs dynamiques : ils ne font de tort qu'à eux-mêmes, et fort peu à l'environnement qu'ils ne cherchent pas à modifier.

Les « actifs » forment la majorité de la population rurale et, à l'inverse des précédents, sont portés à rechercher des loisirs qui exigent des efforts physiques. Les griefs qu'on peut formuler contre eux sont nombreux et variés et c'est la raison pour laquelle je leur consacre le reste de mon article.

Un besoin d'action anime certains hommes et les pousse à occuper coûte que coûte leurs moindres loisirs. L'environnement de nombreux villages s'est trouvé modifié peu à peu par ces gens qui croyaient occuper utilement leur temps libre en le consacrant à des opérations de nettoyage et de défrichement de leur contrée. Il y a 25 ans, des tâches essentiellement agricoles accaparaient totalement les populations rurales et les privaient de temps libre. La Nature n'était victime d'aucune exaction. Libérés par les machines, nos paysans ont gardé dans leur ensemble un tempérament laborieux et ne peuvent rester inoccupés. Alors, autour des fermes bien des murs de pierres sèches ont été démolis et remplacés par des murettes de béton au cours des loisirs de nos campagnards. Je regrette ces vieux murs qui servaient de refuges à de nombreuses plantes et abritaient une quantité appréciable de petits animaux. Les mycologues avaient la joie d'y récolter des Tylostomas sur tapis de mousse, parmi des polypodes, des Aspléniums, et des Sédums. Pour des élèves du Cours Moyen, un vieux mur est un centre d'intérêt que l'on peut exploiter pour

Source : MNHN, Paris

une observation continue pendant une année scolaire complète. Je ne saurais trop conseiller aux maîtres ruraux de profiter de la « survie » de quelques vieux murs dans leurs villages pour éveiller la curiosité de leurs élèves à un milieu naturel. Dans quelques années, ces centres d'intérêt seront introuvables.

Les vergers mal entretenus étaient également grouillants de vie. Je me souviens d'un cultivateur qui ne visitait un verger éloigné de son village qu'au moment de récolter les quetsches et devait d'abord commencer par dégager les arbres fruitiers ensevelis dans les broussailles. Certes, ces vieux pruniers mal soignés ne procuraient à leur propriétaire qu'une quantité limitée de fruits, mais quelles magnifiques nichées de Mésanges charbonnières ai-je pu contempler par les larges fentes des troncs creux, lors de pérégrinations printanières! C'est aussi dans ces lieux arides que j'ai vu mes premières Ephippigères. Ces insectes, derniers vestiges d'un vignoble disparu depuis près de 100 ans, hantent encore mes pensées et je me demande par quel processus ils ont pu s'adapter à un monde privé de ceps de vigne, sous un climat assez rude. Mais les tronçonneuses sont nées pour remplacer les cognées des bûcherons. Des hommes se sont grisés du plaisir d'entendre vrombir les moteurs de ces nouveaux engins destructeurs. Les vergers servirent de terrains d'entraînement à l'utilisation de ces machines infernales et les vieux arbres creux, refuges des mésanges, ont été progressivement éliminés. Voilà pourquoi ces dernières sont devenues si rares dans les vergers de l'Est de la France où elles étaient pourtant bien précieuses.

Autres victimes innocentes des loisirs paysans, les haies ont été particulièrement malmenées dans le Bassigny au cours des dix dernières années. (Encore un milieu naturel que les instituteurs risquent de ne plus pouvoir étudier avec leurs élèves d'ici peu.) Pour anéantir les haies, on a d'abord utilisé les « armes traditionnelles » : serpes, croissants, pioches. Ces dernières étant assez pénibles à manier pour extraire les racines, on les a remplacées avec beaucoup d'empressement par des débroussaillants chimiques qui empoisonnent le sol dès qu'il a été débarrassé des arbustes, sans qu'il soit nécessaire de le retourner. Mais la technique d'arrachage des haies s'est remarquablement améliorée avec l'emploi des bulldozers : l'extraction des haies les plus rebelles s'opère avec une aisance et une rapidité inégalables à l'heure actuelle. Pourtant les conséquences de ces exactions se font lourdement sentir. Le bétail n'a plus d'abri naturel quand

Source : MNHN, Paris

survient inopinément une période froide accompagnée de pluie et de vent. Certains cultivateurs ont tout de même remarqué une mortalité accrue de leur bétail à la suite de l'arrachage des haies et s'en sont inquiétés. Ainsi, au début du printemps 1969 mon beau-frère a perdu en quelques jours ses 3 meilleures vaches laitières : privées de haies, les malheureuses bêtes ne trouvèrent plus d'abri dans leur pâture quand est survenue une semaine anormalement glaciale. Par contre les chasseurs ne semblent pas avoir admis que la raréfaction du gibier est due en partie à l'arrachage des haies. Privés de leurs refuges naturels, oiseaux et lièvres échappent difficilement à leurs poursuivants en rase campagne. Il est facile d'accabler les « nuisibles » (c'est un bon prétexte pour leur mener la vie dure), mais il y a cent ans ces derniers étaient aussi redoutables puisque les loups figuraient parmi eux; or le gibier abondait... ainsi que les braconniers!

En mai, les ruches manifestent souvent un grand retard dans le développement de leurs populations, même celles qui possèdent une jeune reine et de bonnes provisions de miel. La cause est facile à déterminer : en détruisant les haies, on prive les abeilles du pollen des noisetiers et des saules marsault. Or, cette matière azotée est indispensable pour la nourriture des larves; si elle se raréfie, l'élevage du couvain se trouve ralenti. Nos haies humides abritaient de nombreux escargots, malgré un « ratissage » saisonnier peu raisonnable. Les gourmets reconnaissent que ces animaux disparaissent en même temps que les haies et se montrent très compatissants pour ces dernières, mais il est un peu tard pour se lamenter! Pour la même raison, de nombreux « ronds » de mousserons de la St Georges (*Tricholoma Georgii*) et d'entolomes en bouclier (*Entoloma clypeatum*) se sont évanouis en quelques années. C'est pourquoi je ne peux plus faire de récoltes intéressantes de ces deux espèces à Choiseul. Par contre, c'est encore possible dans les villages ayant gardé un aspect primitif avec leurs haies nombreuses et leurs vieux vergers mal entretenus. Je ne connaissais qu'une station d'*ENCOELIA FURFURACEA*. Malheureusement, le vieil arbre qui servait de substrat à cette espèce a disparu en même temps que la haie dans laquelle il était né.

Et puis, ne peut-on pas regretter que l'on n'entende plus le gazouillis de nos petits oiseaux en été dans les prairies privées de haies? Ils ont fui un milieu devenu inhospitalier. Il y a une dizaine d'années, la campagne avoisinante de l'école de Choiseul

Source : MNHN, Paris

présentait un aspect bocager, mais aujourd'hui les haies vives sont presque toutes remplacées par des clôtures de fils barbelés. Le remembrement d'un pays voisin s'est étendu jusqu'à mon village et ce fut une catastrophe pour les dernières haies. Ainsi, sur 80 ha de terres remembrées, les enfants de mon école ont mesuré une longueur de 430 m de haies arrachées dans le courant de l'hiver 1971-1972. Il est vrai qu'en Haute-Marne les remembrements sont des calamités pour la Nature, vu l'attitude des pouvoirs publics vis-à-vis de celle-ci!

Les remembrements constituent de nouveaux facteurs de « Libération » de nos agriculteurs. Ils accentuent les maux que j'ai signalés plus haut et en produisent de nouveaux que je vais aborder maintenant. Dans un village du Bassigny, certains propriétaires ont dû céder leurs bois pour faciliter les opérations de remembrement des autres terres. Alors, ils ont coupé taillis et futaie avant que leurs bois ne soient remis à d'autres personnes. Bien entendu, les espèces de champignons sont aussi victimes de ces coupes à blanc étoc.

Sur ces plateaux de l'Est de la France, on ignore trop que la forêt joue un rôle dans la pluviométrie locale. Ainsi, au cours de l'été 1971 la région du DER a reçu des ondées bénéfiques qu'elle doit à ses vastes forêts. Au contraire, dans le Bassigny où la plupart des forêts ont été maltraitées, la sécheresse qui a sévi pendant le même été fut un malheur pour cette région à vocation herbagère. Il faut bien dire que le paysan bassignot est un ennemi des arbres; il abat tous ceux qui sont dispersés dans les prairies depuis qu'il possède une tronçonneuse et les laisse le plus souvent pourrir sur place. Comprendra-t-il un jour que l'Arbre joue un rôle régulateur du climat local? Il semble bien que l'éducation de ce milieu rural soit à refaire complètement pour espérer un changement total de mentalité. On peut redouter que les nouvelles heures de loisirs procurées par les avantages des remembrements ne soient occupées dans des exactions perpétrées contre nos dernières forêts.

J'ai également constaté que ces heures libres avaient contribué à accroître le nombre des chasseurs, des pêcheurs, des récolteurs d'asperges de bois, des cueilleurs de framboises, des ramasseurs d'escargots, des mangeurs de grenouilles et des amateurs de champignons. Un agriculteur de mon village utilise maintenant son automobile pour récolter les « rosés de septembre » (*Psalliota campestris*). Voilà un avantage insoupçonné des grandes parcelles remembrées dans notre civilisation de loisirs!

Source : MNHN, Paris

Depuis quelques années, une retraite est versée aux vieux agriculteurs ayant cessé d'exploiter leurs terres. Cette conquête paysanne constitue un progrès réel dans le monde rural. Mais cette situation nouvelle des vieux cultivateurs ne les astreint pas à un repos obligatoire. Bon nombre d'entre eux sont restés très alertes et ont la « bougeotte ». Toutes leurs journées sont occupées activement à de « menus travaux » dans les jardins, dans les vergers, dans les prés et dans les champs. Ils y accomplissent en permanence toutes les besognes dont je viens de dénoncer la nocivité pour notre environnement. C'est pourquoi la Nature est parfois moins meurtrie par les jeunes agriculteurs que par les vieux qui restent à l'affût de toutes les occasions pour « tuer le temps ».

On saisit aisément que l'ampleur des dégradations infligées à l'environnement de nos villages puisse nous inspirer les plus vives inquiétudes. L'importance des destructions subies par la Nature est aujourd'hui fonction des progrès de l'agriculture et de l'évolution de la condition du monde rural. Conséquences directes des progrès agricoles, les loisirs ont souvent été la cause d'une perturbation de l'équilibre naturel de notre contrée car ils ont contribué à modifier sérieusement l'environnement de nombreux villages, ainsi que nous venons de le constater. Bien que je sois ennemi de toute forme de dirigisme, j'admets qu'il importe de former pour nos villages des éducateurs dévoués et tenaces, recherchant les contacts humains pour organiser le temps libre des populations rurales et freiner cet abominable massacre de la Nature qui est en train de s'amplifier dangereusement dans notre monde démentiel.

Hubert ANTOINE
(Choiseul 52-Clefmont, Hte-Marne).

Source : MNHN, Paris

Chronique de l'amateur

■

CICÉRON A-T-IL ÉTÉ INTOXIQUÉ PAR DES CHAMPIGNONS?

La lettre de Cicéron à Gallus, qui est la 26e du VIIe livre de sa correspondance, est bien curieuse. Comme elle est assez courte, je pense qu'il vaut la peine de la traduire et de la commenter ensuite. La voici :

CICERON SALUE GALLUS

« Voilà dix jours déjà que je souffre cruellement des intestins, et je ne peux pas prouver à ceux qui ont besoin de moi que je suis malade, vu que je n'ai pas de fièvre. C'est pourquoi je me suis réfugié dans ma villa de Tusculum où je suis resté deux jours à une telle diète que je n'ai même pas avalé une goutte d'eau. Aussi, accablé de fatigue et de faim, j'ai plus besoin de tes services que tu n'aies à réclamer les miens, me semble-t-il. Quant à moi, je redoute toutes les maladies, surtout celles que tes amis stoïciens reprochent à Epicure, parce qu'il dit que les affections de la vessie et des entrailles le tourmentent : ils prétendent que l'une de ces maladies est la conséquence de la goinfrerie, et l'autre d'une scandaleuse ivrognerie. En tout cas, j'avais craint la dysenterie. Mais il me semble que le changement de résidence ou le repos de l'esprit, ou le reflux même d'une maladie qui s'en va, me profitent. Pourtant ne t'étonne pas de l'origine de cet accident, ni de la façon où je m'y suis fourré : la loi somptuaire, qui a l'air de nous avoir apporté la frugalité, c'est elle qui m'a pris au piège. Car nos gourmets, en voulant mettre à l'honneur les fruits de la terre, qui sont exceptés de la loi, assaisonnent les champignons, les chantercelles, et tous les légumes de telle façon qu'on ne peut rien rêver de plus exquis. Je suis tombé sur ce menu au banquet augural de Lentulus, et une telle diarrhée m'a pris qu'aujourd'hui pour la première fois elle semble s'arrêter. Voici donc que moi, qui me privais si facilement d'huîtres et de murènes, j'ai été trahi par des bettes et des mauves. Dorénavant je me méfierai davantage. De ton côté, comme tu as appris ce qui m'arrivait par Anicius (qui m'a vu vomir) tu as eu une bonne raison d'envoyer prendre de mes nouvelles, et aussi de venir me voir. Je pense rester ici quelque temps, jusqu'à ce que je me sois refait. Car j'ai perdu mes forces et mon embonpoint. Mais si je me débarrasse de cette maladie, je les recouvrerai bientôt, je l'espère. »

Source : MNHN, Paris

Sans être médecin, il semble que cette lettre peut inspirer quelques réflexions intéressantes. Elle commence par une plainte sur la longueur de ce malaise, crise de coliques qui ne s'accompagnent d'aucune poussée de température. Il en donne pour preuve qu'il est obligé de se terrer à la campagne, parce que personne ne le croirait malade, alors qu'il est épuisé par le jeûne forcé. Il ne s'agit donc pas d'une maladie infectieuse, mais presque sûrement d'une intoxication d'origine chimique.

Nous apprenons chemin faisant que Cicéron redoute les maladies, ce qui n'est pas pour nous étonner. Il ne brillait guère par le courage physique. A la bataille de Pharsale, où il avait rejoint Pompée à la dernière heure, il s'était tenu prudemment loin de la ligne du combat, et, au moment où il fut assassiné par les sicaires d'Antoine, il aurait pu leur échapper facilement s'il avait eu le sang-froid de s'embarquer sur le bateau qui l'attendait, mais la peur du mal de mer fut la plus forte, et il préféra se faire égorger.

Comme avec lui la philosophie ne perd jamais ses droits, il nous rappelle que les deux maladies qu'il craint le plus, celle de la vessie et celle des intestins, ont été condamnées chez Epicure par les Stoïciens, qui y voient la conséquence et la rançon des pires excès.

Et puis l'explication : une loi somptuaire était toujours appliquée à Rome, qui interdisait les festins excessifs, et énumérait les nourritures interdites, en particulier les viandes de toute espèce. Mais comme les légumes n'étaient pas rationnés, Cicéron nous apprend que les cuisiniers avaient inventé pour eux des préparations subtiles, qui les transformaient en délices. Ici une difficulté : l'Orateur énumère successivement « fungos », c'est-à-dire les champignons, terme sans doute général, puis « helvolas », que je traduis par chanterelles, car le mot signifie simplement « jaunâtres », et on ignore absolument ce qu'il désigne avec certitude. Comme il se trouve tout à côté de « fungos », il est permis de supposer qu'il désigne une espèce particulière de champignon, un champignon jaunâtre, et, comme les chanterelles s'appellent chez nous aussi des « jaunottes », il n'est pas impossible qu'elles soient ici en cause.

Remarquons aussi quels étaient les légumes usuels des Romains : plus loin nous lisons que le menu comportait en tait « d'herbes » des bettes et des mauves. On aimait déjà les légumes verts, et on consommait toutes sortes de feuillages, détrônés

Source : MNHN, Paris

depuis par les épinards, et en particulier les feuilles de mauve. On ne sait de quelle espèce de mauve il s'agit, ni même s'il ne s'agit pas de la guimauve, dont les feuilles apparemment sont plus tendres et plus volumineuses. D'ailleurs, il y a quelques siècles encore, on mangeait sous le nom de brèdes toutes sortes de verdures aujourd'hui oubliées.

Quant à ce banquet augural, il était offert à leurs collègues par les augures qui venaient d'être admis dans ce collège sacerdotal, et la tradition rapporte qu'Hortensius le premier y fit servir des paons. Sans doute à une époque où il n'y avait pas de restrictions. Mais pour ce repas-ci, comme il était public, le cuisinier avait sans doute été obligé de respecter la loi et avait suppléé à sa sévérité par son imagination et son talent.

Pour en revenir à cette intoxication, elle présente tous les symptômes de celle qui est provoquée par l'Entolome livide, ou par le Clitocybe de l'olivier. J'opterais pour cette dernière espèce, car elle est « helvola », c'est-à-dire jaune, et s'accorderait avec le terme employé par l'auteur. De plus, c'est une espèce commune en Italie, et j'ai assisté à une intoxication provoquée par elle, qui était absolument identique dans ses manifestations : vomissements et diarrhée subits et immédiats, sans température, durant plusieurs jours, avec une impossibilité totale d'avaler quoi que ce fût.

Malheureusement Cicéron néglige de nous dire si ses commensaux ont été atteints de la même manière, ce qui évidemment corroborerait fortement mon hypothèse. Mais un autre symptôme qu'il signale est tout à fait caractéristique : cet amaigrissement dû sans doute à une extrême déshydratation, et la perte de toute énergie.

Savourons aussi ce spirituel regret : « Moi qui me prive aisément d'huîtres et de murènes, j'ai été trahi par les bettes et les mauves. Dorénavant je me méfierai davantage! » Le goût des Romains pour les huîtres est célèbre, de même que leur estime pour les murènes, qu'ils préféraient inexplicablement à tous les autres poissons.

Je ne sais si cette lettre de Cicéron a déjà été remarquée par les mycologues. Il se peut que je ne fasse ici que redire ce qui a déjà été mieux dit. Mais les historiens dans cette énorme correspondance étudient plus volontiers les lettres qui présentent un intérêt politique, et ce sont les plus nombreuses. Celle-ci est simplement pittoresque, et doit manquer à leurs yeux de

Source : MNHN, Paris

prestige. Pourtant, grâce à quelques coliques, elle a l'avantage de nous faire pénétrer dans l'intimité corporelle de Cicéron, qui s'explique sur ses malaises avec une magnifique absence de retenue. Et puis elle nous permet d'envisager une hypothèse qui enrichirait la liste des intoxications célèbres. Il est vrai qu'elle est purement accidentelle, et ne prête pas à l'enquête policière comme celle dont fut victime l'empereur Claude, que sa femme Agrippine envoya chez les dieux au moyen très probable de l'Amanite phalloïde.

Il est probable aussi que cette « maladie » a fait le tour de Rome, car les lettres de Cicéron étaient célèbres comme plus tard celles de Mme de Sévigné, et ceux qui avaient le privilège de les recevoir en donnaient lecture à tous leurs amis, ou même les faisaient circuler. Cicéron lui-même, quand il en avait écrit une qui lui plaisait particulièrement, la « tirait » à plusieurs exemplaires et la distribuait aux bons endroits pour lui assurer toute la publicité désirable.

Beaucoup de bons esprits trouveront peut-être que c'est perdre son temps que de s'attarder à un aussi mince épisode. Mais ce qui s'est passé hier est déjà aussi loin de nous que ce qui s'est passé il y a deux mille ans. A vrai dire, il n'y a pas d'histoire ancienne, et, quand une mésaventure en soi minuscule nous est rapportée avec l'espèce de talent souverain dont Cicéron était capable, elle est encore toute chaude de son éternelle actualité. Ce sont là les « Potins de la Commère » du temps, qui valent bien ceux d'aujourd'hui.

G. Becker.

Source : MNHN, Paris

Pierre Montarnal
1897 - 1971

BIBL. DU MUSEUM PARIS

IMP. RAPIDE MODERNE BENS - PARIS - 770-80-65

Source : MNHN, Paris

Pierre Montarnal

(1897-1971)

Un esprit, un cœur

Par Roger HEIM

(Un portrait Pl. IV.)

■

La carrière

Pierre MONTARNAL est né le 25 novembre 1897 à Neuilly-Plaisance. Ses parents étaient propriétaires de la ferme du Plateau d'Avron dont les vaches allaient paître chaque jour dans les prés lutéciens, en pleine campagne.

Il est bientôt confié à sa grand'mère qui occupe une jolie petite maison paysanne, aujourd'hui vieillie mais jusqu'ici debout, au hameau des Granges, à peu de kilomètres d'Arpajon-sur-Cère, dans le Cantal. C'est là, auprès de l'aïeule, que se dérouleront ses premières années où il témoigne d'une vive curiosité pour les lectures. D'une intelligence toujours en éveil, il dévore dans ses soirées les auteurs classiques, montre une prédilection pour la musique, joue du violon. Mais il est aussi et déjà un jeune naturaliste enthousiaste, tendu vers les objectifs vivants des paysages qui l'entourent.

En 1915, il entre dans l'administration des postes à Aurillac et en août 1916 il est mobilisé. Envoyé au front, très gravement blessé en mai 1918 près de Montdidier, il reçoit la « distinguished service order », la croix du combattant avec palme, puis la légion d'honneur.

En octobre 1919, démobilisé, il rejoint son ministère à Paris, puis il sera nommé élève rédacteur à l'Ecole supérieure des P.T.T. en 1928, et en 1930 rédacteur principal à la Direction de la Télégraphie sans fil, puis, en 1932, sous-chef de bureau à l'administration centrale.

Porté vers la littérature, à ses moments perdus il fréquente le *Mercure de France*, côtoie Paul VALÉRY et devient secrétaire de Paul LÉAUTAUD. La seconde guerre secoue le monde. En 1939 il est mobilisé comme directeur de la poste aux armées, en 1942 chef de bureau à la direction des Télécommunications; lors de la libération, en 1946, il est directeur des études à l'Ecole supérieure des Postes;

Source : MNHN, Paris

en 1949 on le nomme inspecteur général; peu après il préside le jury d'examens à l'Ecole Nationale d'Administration. Entre temps, l'intérêt qu'il porte à la mycologie et à la microscopie s'affirme; il collabore à *La Nature*, à *Création*, organe officiel des Syndicats des Inventeurs français; il pénètre plus avant à la Société Mycologique de France dont il sera vice-président, et prend un contact qui se développera sans cesse avec le Laboratoire de Cryptogamie du Muséum, ce grand établissement national le désignant bientôt comme correspondant. Nos relations d'amitié sont devenues très étroites.

En 1960, après un grave accident cardiaque, il prend sa retraite. Entouré par Madame MONTARNAL des soins les plus vigilants, qui triompheront du pire, il franchira encore par la suite quelques sérieuses atteintes à sa santé. Mais, désormais, il partagera ses loisirs entre son appartement parisien, une maison de campagne à l'orée de la forêt de Compiègne et surtout la demeure familiale d'Arpajon-sur-Cère, près d'Aurillac. Ses passions se réveillent : la mycologie, la photographie, la pêche à la truite — il en devient un maître —, et ses goûts pour les œuvres littéraires, la peinture et la sculpture, enfin la haute appréciation des vins dont il sera un connaisseur hors ligne.

C'est en ce lieu où s'était déroulée sa jeunesse qu'il est revenu pour s'éteindre donnant un exceptionnel exemple de courage devant la souffrance, et qu'il repose à tout jamais depuis le 12 mai 1971, dans la solitude fleurie du cimetière d'Arpajon, auprès de la rivière qui fut son champ d'exploits ichtyologiques.

Le Mycologue

Ses connaissances mycologiques propres à son principal violon d'Ingres gardent leur trace dans ses cahiers, comme celui de 1937 où sont consignés les noms d'espèces rares pour lesquelles il s'entretient avec L. JOACHIM, E.-J. GILBERT, l'abbé GRELET : *Cortinarius pseudobolaris, Lentinus gallicus*, la variété *maxima* Pilàt de *Volvaria bombycina, Pholiota erebia* et bien d'autres. Sans nul doute à cette époque il appartient déjà à la cohorte des mycologues amateurs dont la réputation est acquise.

Son acuité d'observateur le mettait parfois sur la piste d'une découverte de haut intérêt, et il abandonnait aisément à un autre le profit d'une étude approfondie qui puisse prolonger une remarque personnelle. Ainsi en fut-il pour cette forme hétérosporique d'*Inocybe pusio* qu'il recueillit au Bois de Boulogne en 1942 et dont j'entrepris l'étude, à sa propre demande.

Il faudrait aussi mettre en exergue, et peut-être avant tout, son aptitude rare de conférencier et de vulgarisateur dont les mycologues débutants savaient goûter la clarté dans l'amphithéâtre de l'Institut

Source : MNHN, Paris

Pasteur et au Salon du Champignon du Muséum où, monté sur un petit banc, il était littéralement étouffé par la masse des spectateurs conquis par son aisance et son jugement critique.

Ce talent, il l'a remarquablement développé dans un petit livre édité chez Hachette et dont le succès a été considérable parce que rédigé par lui et ne ressemblant par son sens didactique et par sa limpidité à aucun autre.

Mais Pierre MONTARNAL, s'il avait le don d'expliquer, pouvait aussi se contenter de savoir. Il n'a que très peu publié en Mycologie, par modestie sans doute, par une conformation d'esprit qui ne le poussait à admettre que l'état de perfection des œuvres humaines, par suite également de sa première attaque de paralysie qui ne laissa cependant guère de traces; ces raisons l'incitèrent à abandonner l'étude du genre *Lycoperdon* dont la difficulté l'avait fait espérer en tirer son objectif de recherche, car la facilité ne le tentait pas. Excellent mycologue de terrain, il était servi par une rare compétence technique et proposa même à plusieurs reprises d'apporter des perfectionnements à certains dispositifs optiques qui lui valurent notamment la venue — et le déplacement jusqu'à Aurillac — d'ingénieurs de chez Zeiss qui prêtèrent vive attention à ses avis. La photographie prolongeait tout naturellement cette prédilection et les multiples clichés en couleurs qu'il a laissés sont des réussites de premier ordre. Son laboratoire, où règnait un ordre intégral — chaque chose à sa place —, s'ouvrait à moi quand je venais pour quelques jours de vacances chez mes amis, à Arpajon-sur-Cère.

Séparée de son lieu d'examens par le couloir du rez-de-chaussée, sa bibliothèque était son plus fréquent refuge. Et quelle bibliothèque! La partie mycologique en formait le secteur le plus développé et le plus précieux. On peut même affirmer que cet ensemble documentaire est l'un des plus riches que les mycologues européens aient pu individuellement réunir. Certains de ces livres n'existent nulle part ailleurs en France, voire en Europe. Tous ou à peu près sont reliés. La totalité des grands classiques du 18e et du 19e siècles s'y retrouvent. Véritablement, Pierre MONTARNAL règnait discrètement sur un monde exceptionnel de documentation où tout s'apparentait dans l'immédiate commodité : la Nature, les stations connues de lui comme habitats de telles espèces rares, le microscope, et le laboratoire pour prolonger l'expertise, et les ouvrages au grand complet à la porte voisine. Devant : le jardin de fleurs; derrière : le potager. Au retour des excursions, près du tilleul surplombant l'entrée, il m'arrivait de passer de longues heures à rédiger. C'est là, dans l'enceinte du silence ensoleillé, que j'écrivis la préface au livre compact et pensé de Reijnders sur le développement des carpophores chez les Agaricales, tâche qui m'absorba durant bien des heures.

Source : MNHN, Paris

Le sanctuaire que fut la cave

Sa cave à Arpajon était un musée vivant, un sanctuaire, et son contenu de réputation indiscutable. Chaque grille, bien verrouillée, abritait une fortune, rangée dans son sommeil, et les reflets, que le verre ajoutait à la chair de l'élixir, brillaient sous le jeu d'une ampoule. Une toile enveloppait la précieuse cargaison emprisonnée dans ses barreaux, calée sur le mur de pierres sèches et propres; les noms des clos les plus glorieux magnifiaient cette collection qui comportait les plus renommés. Non pas que Pierre s'en appropriât le contenu — son bonheur était ailleurs — : faire goûter, faire apprécier, et mesurer sans excès de jugement l'invité à ses réflexes, à sa manière d'approcher la suavité, de faire jouer sa langue sur le palais au contact du premier flux, bref d'ouvrir à la jouissance parfum et goût coalisés. Pour lui, un demi-verre lui suffisait et il en captait toutes les vertus, par fractions, avec componction, lentement, comme s'il éveillait un souvenir, surveillant la réaction de son voisin. Son plaisir était multiple et non point égoïste. Chaque jour le connaissait, tiré des qualités propres au choix qui y présidait. Il fallait attendre le moment convenable, ne pas se presser après le melon, ne pas appeler la salade qui étouffe la plénitude. Chaque sensation en son temps. Je songeais au bonheur des Césars goûtant le Saint-Emilion du Château Ausone, ou à la résurrection de Louis XIV devant le Romanée Saint-Vivant.

Pierre MONTARNAL classait les vins comme ses champignons, avec les mêmes précautions, et étageait leurs qualités sensitives. Il leur appliquait, par le pouvoir de ses sens, les grandes lois de la biologie : celles des corrélations et de la subordination des caractères. Le Montrachet 69 du domaine du Marquis de la Guiche et le Chambertin clos de Bèze 1961 appartenaient à nos dernières rencontres cantaliennes, qui ne faisaient pas fi des Bordeaux, comme les deux « Châteaux », Lafite et Latour, ni d'un certain Château d'Yquem inégalé!

Voilà bien, me disais-je, le summum d'une civilisation, celle des sens, dont quelques Français dans le monde ont atteint les limites. Il était de ceux-là, mais son bonheur était fait aussi de son enquête et de celui des autres. Son jugement sur les hommes suivait l'examen. Parfois, il laissait place à quelque pointe de regret.

Les amitiés

Cette vie, toute enrichie par les quelques amitiés qu'il avait su découvrir et choisir, apprécier et conserver, celle de M. Marcel Dauzier dont l'œuvre de naturaliste, d'enseigneur, de forestier, de défenseur de la Nature, lui apportait « aux Mélèzes » par Labrousse l'image d'une vie exceptionnelle, où se mariaient la modestie et

Source : MNHN, Paris

l'efficacité du créateur, celle aussi du pharmacien Jean SOUQUIÈRE, d'Aurillac, parfait exemple de l'homme dont la serviabilité et le courage résigné devant l'adversité n'avaient pas de limites. N'oublions pas ses longs entretiens avec l'abbé Jean CHABRERIE (*), personnalité dont la conversation le comblait d'aise. Répondaient aux vertus de ses amis les qualités de l'esprit et de cœur, de désintéressement et d'indulgence qui appartenaient aussi à Pierre MONTARNAL. On peut dire que cette sorte de clémence dont il faisait si souvent preuve ne s'effaçait que devant un jugement qui ne tolérait ni la médiocrité ni la mauvaise foi ni la médisance décelées par son pouvoir d'analyse. Et cette acuité il l'appliquait à tout moment à la connaissance d'un autre ami auquel l'a lié une affection partagée et peu commune : le compagnon de chaque jour.

Il s'agissait d'un petit teckel à poils longs dénommé Dagobert qui réunissait les traits les mieux aiguisés de l'intelligence et plus encore d'une extrême affectivité et d'un caractère dont la fermeté livrait toutes les réactions d'un comportement humain rigoureusement composé. Les indices du raisonnement et des astuces les plus délicats dépassaient en valeur ceux qu'un individu de moyenne classe eût pu traduire. Comédien à un point inégalable, il savait jouer avec esprit comme un artiste incomparable sur la scène. Il nous donnait les preuves que la perspicacité, le calcul, la gratitude et les reproches, la bonne et la mauvaise humeur, la tristesse et la joie, la bouderie, l'entêtement, voire la colère s'y retrouvaient successivement comme en nous-mêmes; et, dominant ces réactions humaines, la fidélité et l'affection.

Entre Pierre MONTARNAL et « Dagobert » s'était établi un lien sans bornes, une compréhension secrète, une sorte de complicité tacite. J'ai connu aussi cet animal exceptionnel qui me vouait un sûr attachement, et livrait la découverte d'une pénétration que nous pouvions juger à notre image.

***

En retraçant ici l'essentiel de la vie exemplaire de Pierre MONTARNAL, nous n'avons pas voulu nous limiter à ceux des aspects de sa personnalité qui ont mis en évidence la stricte valeur d'un mycologue, né dans la modestie, ni les qualités du vulgarisateur qu'il possédait au premier chef, ni la richesse d'une bibliothèque botanique due à ses choix et, depuis sa jeunesse, à ses économies, ni l'absolue précision des techniques dont il enrichit ses analyses — en premier lieu la photographie en couleurs —, mais nous avons désiré, dans le tribut payé à l'affection, souligner la riche personnalité de

(*) Professeur d'Histoire Naturelle au Lycée St Eugène, d'Aurillac.

Source : MNHN, Paris

celui qui nous honora de sa confiance et de son amitié. Nous avons aussi voulu rappeler ce qu'avait été l'existence au vingtième siècle d'un honnête homme construit à l'image des encyclopédistes du passé, parmi les philosophes dont la pluralité des dons, de la clairvoyance, de la sensibilité étaient servis par la sagesse, le courage, la loyauté et la générosité — vertus antiques — et comment aboutit sur les chemins de la connaissance tout ce qui peut attirer ou séduire une individualité vibrant à toutes les longueurs d'onde. Nous sommes ici à l'opposé des spécialistes aux vues étroites qui encombrent notre siècle et voudraient nous faire croire que cet asservissement est seul compatible avec notre époque.

Louons le dévouement de Madame Pierre MONTARNAL qui a si souvent sauvé du pire un tel ami.

La France est l'un des pays qui peut encore compter — pour combien de temps? — de ces sages dont la culture enveloppe les bienfaits tirés de tous nos sens et de notre raison et dont les vertus morales et les qualités de l'esprit ne condamnent ni la valeur inventive du technicien, ni les goûts de l'artiste, ni le privilège rare du jugement, appliqué à toutes les voies du réel, y compris celle de la pensée pure.

INFORMATION

■

« NATURE MORTE »

Ce film — sonore, en couleurs —, réalisé par les Laboratoires SANDOZ sous la Direction du Professeur Roger HEIM et de M. C. GUILLEMOT, sera projeté à THOUARS (79 100 - Deux-Sèvres, France), en la salle du Cinéma Familia, 9, Place du Boël, le vendredi 27 Juillet 1973, à 21 heures.

Durée : 30 minutes.

Le rédacteur en chef et le gérant de la Revue : Roger HEIM, P. MONNOYER.

IMPRIMERIE MONNOYER - LE MANS

BIBL. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

Vient de paraître

L'Angoisse de l'An 2 000

Recueil de textes, anciens et récents,
que le présent confirme

Par Roger HEIM
DE L'INSTITUT

Éditions de la Fondation Singer-Polignac - 400 pages in 8° raisin

Ce livre est celui d'un naturaliste qui, en parcourant le monde depuis 40 ans, a pu juger des dévastations que les hommes y introduisaient par ignorance, par vanité, par profit. L'auteur a suivi en certains lieux les saccages successifs qui en ont résulté et prolongé ainsi les tableaux funestes qu'il a précédemment brossés dans ses ouvrages, particulièrement chez Armand Colin (*Destruction et protection de la Nature*), en 1952, chez Albin Michel (*Un Naturaliste autour du Monde*), en 1955. La poésie entre concurremment avec les descriptions que ce soit au Cap Sizun, à Port Cros, dans la Camargue, la baie de l'Aiguillon, à Fontainebleau, à Chartres et la vallée de l'Eure, ou dans les forêts primitives des tropiques qu'il a pénétrées depuis 40 ans. Il oppose parfois, douloureusement, le présent au récent passé. Le ton qui domine s'inspire d'un amour passionné pour la nature sauvage. On y trouvera donc toute une suite d'extraits et articles parus dans diverses revues et les préfaces qu'il rédigea pour deux ouvrages qui ont connu un grand retentissement : ceux de Rachel Carson, *Printemps silencieux*, et de Jean Dorst, *Avant que Nature meure*. On y notera aussi quelques tableaux propres aux déserts, aux grands ensembles immobiliers, aux nouvelles techniques du déboisement et du reboisement inspirées d'un profit démentiel, certaines citations de discours ou de textes de personnalités politiques et autres qui témoignent de leur incompréhension totale à l'égard des questions qui y sont exprimées. L'histoire y a sa place : Athènes contre Sparte, l'Espagne, le Yucatan, Madagascar, le monde arabe. L'auteur fait le procès de la politique actuelle de remembrement et d'aménagement du territoire, ouverts par des technocrates à un public inéduqué, à une industrialisation démoniaque.

Enfin, Roger Heim précise les conséquences biologiques auxquelles conduit la disparition des espèces animales et végétales qui frustre la recherche scientifique de connaissances ainsi à tout jamais détruites. Il fait allusion au concept des Parcs nationaux qui deviendraient un danger à partir du moment où ils seraient mis à la disposition des artifices et des profits qui accompagnent trop souvent la prétendue défense de la Nature selon une équivoque exactement contraire au but cherché. Le Parc devrait être non pas un espace vert, une oasis fragile et piétinée dans un pays rasé, mais le point de départ d'une reconquête des terres et aussi des populations traditionnelles qui assuraient le libre fonctionnement des équilibres naturels entre l'Homme et son milieu.

Bref, on trouvera dans ce livre de nombreux exemples empruntés à la leçon des quarante dernières années et une vue prémonitoire de ce qui attend l'humanité si les Pouvoirs publics ne prennent enfin conscience de la gravité des problèmes posés par la situation actuelle, sans cesse aggravée.

Prix : 28 F. Chez tous les libraires et à la *Fondation Singer-Polignac*, 43, avenue Georges-Mandel, 75 016 - Paris.

Source : MNHN, Paris

SEPT. 1973

ABONNEMENTS

Au Tome XXXVII (1972) :

France et Pays francophones d'Outre-Mer ..... **38 F.**
Etranger ..... **44 F.**

PRIX DES TOMES I (1936) à XXXVI (1971)

Chaque Tome :

France et Pays francophones d'Outre-Mer ..... **40 F.**
Etranger ..... **48 F.**

Un nombre restreint de collections complètes est encore disponible

MEMOIRES HORS-SERIE

N° 1 (1938). **Les Truffes**, par G. Malençon.
(1970). Reproduction xérographique. 92 p., pl. et fig. France : 13 F. Etranger : 15 F.

N° 2 (1942). **Les matières colorantes des champignons**, par I. Pastac. 88 pages. France : 8 F. Etranger : 10 F.

N° 3 (1943). **Les constituants de la membrane chez les champignons**, par R. Ulrich. 44 pages. France : 2,50 F. Etranger : 3,50 F.

N° 4 (1950). **Les Champignons et nous** (Chroniques), par G. Becker. 80 pages (*épuisé*).

N° 5 (1950) (*épuisé*).

N° 6 (1958). **Essai biotaxonomique sur les Hydnés résupinés et les Corticiés.** Etude spéciale du comportement nucléaire et des mycéliums, par J. Boidin. 390 p., pl. et fig. France : 45 F. Etranger : 50 F.

N° 7 (1959). **Les Champignons et nous** (Chroniques) (II), par G. Becker. 94 pages. France : 5 F. Etranger : 6 F.

N° 8 (1966). **Catalogue de la Mycothèque** de la Chaire de Cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle. (I) Micromycètes, Macromycètes (première partie). 68 pages. France: 10 F. Etranger : 12 F.

N° 9 (1967). **Table des Matières** (1936-1965) dans l'ordre alphabétique des auteurs. 85 pages. France : 9 F. Etranger : 11 F.

N° 10 (1969). **Le genre Panaeolus.** Essai taxinomique et physiologique, par G.-M. Ola'h. 273 p., pl. et fig. France : 65 F. Etranger : 75 F.

Flore Mycologique de Madagascar et Dépendances, publiée sous la direction de M. Roger Heim.

Tome I. Les Lactario-Russulés, par Roger Heim (1938) (*épuisé*).

Tome II. Les Rhodophylles, par H. Romagnesi (1941). 164 pages, 46 fig. France : 25 F. Etranger : 28 F.

Tome III. Les Mycènes, par Georges Métrod (1949). 144 pages, 88 fig. France : 18 F. Etranger : 20 F.

Tome IV. Les Discomycètes, par Marcelle Le Gal (1953). 465 p., 172 fig. France : 65 F. Etranger : 80 F.

Tome V. Les Urédinées, par Gilbert Bouriquet et J. P. Bassino (1965). 180 p., 97 fig., 4 pl. hors-texte. France : 40 F. Etranger : 45 F.

Règlements :

— par virement postal au nom de la *Revue de Mycologie*, 12, rue de Buffon, PARIS (5e), C.C.P. PARIS 6 193 02;
— par chèque bancaire également établi au nom de la *Revue*.

Prix de ce fascicule :

France ..... 14 F.
Etranger ..... 17 F.

Source : MNHN, Paris